This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272156 2

3-VFG
Publications

Publication
3 - VFG
+ X
6911

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

PARIS. — J. CLAYE, IMPRIMEUR

7, RUE SAINT-BENOIT.

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES

OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, ANCIEN PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Membre honoraire de la Société philomathique de Bordeaux,

de la Société industrielle de Mulhouse, de la Société d'Encouragement, des Ingénieurs civils, etc.

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?

TEXTE

ASTOR LIBRARY

TOME SEIZIÈME

Toute communication concernant la rédaction doit être adressée à l'auteur :

M. ARMENGAUD AÎNÉ

A PARIS

RUE SAINT-SÉBASTIEN, 45

Et tout ce qui concerne le service des abonnements et la vente des volumes à

M. A. MOREL

LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE BONAPARTE, 13

1866

Toute reproduction du texte et des dessins est interdite.

PROPRIÉTÉ DE L'AUTEUR

Le dépôt légal de cet ouvrage a été fait conformément aux lois. Toute reproduction est interdite en France et à l'étranger.

MOTEURS A ACTION DIRECTE

POMPE A COMPRIMER L'AIR

ACTIONNÉE DIRECTEMENT PAR UNE MACHINE A VAPEUR

ET APPLIQUÉE AUX TRAVAUX SOUS-MARINS

Par MM. ERNEST GOUIN ET Cᵉ, constructeurs à Paris

(PLANCHE 1)

L'usage des cloches à plongeur, dans lesquelles on comprime de l'air au moyen d'une pompe pour refouler l'eau, et permettre, par suite, à un ouvrier de travailler à une grande profondeur sans se trouver immergé, est, comme on sait, déjà assez ancien. Nous avons donné un aperçu historique de ces appareils dans le vol. IV de ce Recueil.

Cette première et heureuse application de l'air comprimé aux travaux sous-marins a donné naissance à d'autres appareils des plus ingénieux qui ont permis d'entreprendre des travaux très-importants, et qui sans eux auraient probablement présenté des difficultés insurmontables : tels sont, par exemple, ceux relatifs au barrage du Nil, dirigés en 1849 par M. Mougel, ingénieur en chef des ponts et chaussées au service du vice-roi d'Égypte. On se rappelle que ces travaux ont été exécutés à l'aide des bateaux à grande cloche et *écluse à air* de M. Cavé, dont nous avons donné le dessin dans le vol. XV.

Comme nous l'avons dit dans l'exposé qui précède la description de ce système, c'est vers la même époque que M. le docteur Payerne proposa son *bateau sous-marin,* construit par M. Lemaître, et qui fut employé aux travaux des ports de Brest et de Cherbourg ; puis enfin sont venus ces projets exécutés, dit-on, en Amérique, de chaloupes armées pouvant se diriger et même combattre sous l'eau à l'aide d'éperons, ou en attachant aux navires ennemis des bombes pour les faire sauter.

Sans nous arrêter à ces moyens destructeurs, qui ne sont mentionnés ici que pour mémoire, nous pouvons citer encore une des plus heu-

reuses et des plus importantes applications de l'air comprimé : c'est celle d'un ingénieur français, M. Triger, qui, en 1840, voulant atteindre au pied du coteau de la Loire les terrains anthraxifères qui se découvrent sous une alluvion de 20 mètres d'épaisseur, eut l'idée de creuser des puits en refoulant les eaux au lieu de les épuiser.

En 1845, M. Triger, dans une note présentée à l'Académie des sciences, proposa diverses applications de son procédé, et notamment pour les fondations des piles de ponts en rivières. Ce ne fut pourtant qu'en 1851 que cette méthode reçut, au moyen de colonnes de maçonnerie coulées dans des tubes en métal, une première application en Angleterre pour la reconstruction du pont de Rochester.

Depuis cette époque, ce système a été mis en usage avec des perfectionnements notables et successifs : pour le pont de Saltash, près Plymouth ; sur le Theiss, en Autriche ; sur la Saône, à Mâcon et à Lyon ; plus récemment à Bordeaux, pour le viaduc de jonction du chemin de fer d'Orléans avec celui du Midi. Enfin, et tout dernièrement, pour le pont de Kehl sur le Rhin (1), et le pont d'Argenteuil sur la Seine.

La pompe que nous allons décrire a été construite pour ces dernières applications, c'est-à-dire pour refouler l'air à une, deux et trois atmosphères de pression dans la *chambre d'équilibre* ou cheminée à air, dans laquelle les ouvriers chargés du travail s'occupent à déchausser le pied des tubes sur leur pourtour, afin de permettre leur enfoncement graduel jusqu'à la roche ou au terrain solide sur lequel la pile, et par suite le pont lui-même, doivent reposer.

Pour le fonçage des caissons des piles du pont de Kehl, on fit usage, pour comprimer l'air, de cinq machines soufflantes, disposées de la manière suivante :

Sur un bateau, deux machines horizontales, de 16 chevaux chacune, construites par MM. Cail et Cᵉ. Chacune d'elles avait les pistons du cylindre à vapeur et de la pompe à air, qui était à double effet, fixés sur la même tige, c'est-à-dire les deux cylindres dans le même axe et dans le prolongement l'un de l'autre.

Sur un autre bateau, deux machines, système Flaud, de 10 chevaux chacune, actionnant par courroie deux groupes composés de deux pompes verticales à simple effet.

Et enfin, sur un troisième bateau, une ancienne machine de 25 chevaux, à cylindres oscillants, sortant des ateliers de MM. Cavé, et actionnant, à l'aide d'une transmission de mouvement retardée par engrenages, un cylindre soufflant horizontal à double effet.

L'expérience a fait reconnaître la nécessité d'apporter quelques per-

(1) Dans le vol. XII de ce Recueil, d'après des communications de M. Vuigner à la Société des ingénieurs civils, nous avons donné deux articles sur les travaux de ce pont, et dans le vol. XXII du *Génie industriel*, un dessin et une description détaillée permettant de se rendre un compte très-exact du système de fondation mis en usage.

fectionnements et quelques modifications dans certaines dispositions de détails de ces appareils (1). D'abord, il a été indispensable de remplacer deux chambres à air en fonte, qui n'offraient pas assez de résistance pour une pression qui pouvait atteindre trois atmosphères ; de fortes nervures ont été ménagées dans les nouvelles caisses, qui ont été essayées avec la presse hydraulique jusqu'à neuf atmosphères. Ces caisses ont été pourvues de soupapes de sûreté destinées à éviter les accidents, dans le cas où, par suite de la fermeture d'une vanne, il y aurait eu obstacle à l'écoulement de l'air envoyé par le cylindre soufflant.

Dans la machine de MM. Cail et Cᵉ, les clapets, d'une longueur de 0ᵐ80 sur 0ᵐ30 de largeur, étaient formés de quatre plaques en caoutchouc de 0ᵐ03 d'épaisseur, et la caisse inférieure était toujours remplie d'eau. Ces dispositions permettaient à l'air de passer dans les caisses sans une trop forte compression, et en traversant le matelas d'eau, la température de l'air comprimé dans les caisses s'abaissait si notablement, qu'elle ne présentait qu'une différence insensible avec celle de l'air extérieur.

Pour arriver toutefois à ce résultat, il était nécessaire de renouveler aussi fréquemment que possible l'eau contenue dans les caisses à air, car la température de l'eau entourant les clapets et le cylindre soufflant s'élevait promptement à 40° et même à 50° centigrades, bien que l'air aspiré par les pompes fût pris à l'extérieur (2).

Les petites machines n'ont pu fonctionner convenablement au-dessus de deux atmosphères, par suite des rapports existant entre le cylindre à vapeur, dont le diamètre n'était que de 0ᵐ20, tandis que celui du cylindre soufflant était de 0ᵐ45 ; à trois atmosphères, le piston de ce dernier cylindre aurait donc eu à vaincre, en outre des frottements, une pression considérable. Aussi, au delà de deux atmosphères, des ruptures ont eu lieu dans les engrenages, les courroies de transmission se sont rompues, et des fuites se sont manifestées dans le foyer. D'un autre côté, le rapport entre la surface du clapet et celle du piston étant de 11 à 8, l'air sortant des cylindres soufflants atteignait promptement une température de 40° au moins, par suite de sa compression et de sa vitesse de sortie.

Dans la machine composée de deux cylindres à vapeur oscillants et d'un cylindre soufflant horizontal, celui-ci n'était muni que de simples clapets en cuir : ce cylindre s'échauffait tellement que les clapets étaient promptement brûlés et hors de service. On a obvié à cet inconvénient en ajoutant, d'abord, un deuxième tuyau de conduite pour marcher à double effet ; et, pour compléter l'amélioration, on a entouré le cylindre souf-

(1) Nous trouvons ces renseignements dans l'ouvrage très-complet de MM. Vuigner et Fleur Saint-Denis, publié en 1861, lequel a pour titre : *Pont sur le Rhin à Kehl. — Détails sur les dispositions générales et d'exécution de cet ouvrage d'art.*

(2) Cette machine ayant primitivement fonctionné sans qu'on ait appliqué ce moyen de rafraîchir l'air, les clapets en caoutchouc, restés, pour ainsi dire, dans une eau à 45 degrés en moyenne, en marchant très-vite, ont été complétement détériorés.

flant d'une bâche, dans laquelle une pompe envoyait constamment de l'eau froide, l'eau chaude sortant par sa partie supérieure.

Dans la nouvelle pompe à comprimer l'air, représentée pl. 1, les constructeurs, MM. E. Gouin et Ce, paraissent avoir tenu compte des divers inconvénients qui viennent d'être signalés, car, comme on le verra, toutes les précautions ont été prises pour y remédier.

DESCRIPTION DE POMPE A AIR ET DE SON MOTEUR

REPRÉSENTÉS PLANCHE 1.

Les fig. 1 et 2 sont deux sections verticales, faites perpendiculairement l'une à l'autre par l'axe des cylindres, pour montrer à l'intérieur cette machine de face et de côté.

La fig. 3 est une section horizontale, faite suivant la ligne 1-2 du cylindre à vapeur et de sa boîte de distribution.

La fig. 4 montre de face le clapet ou papillon, qui, ouvert, permet l'introduction de la vapeur dans la boîte de distribution.

La fig. 5 est une section verticale, suivant la ligne 3-4, du couvercle de la pompe à air muni des boîtes à clapets.

La fig. 6 est un plan ou section horizontale, suivant 5-6, de ce même couvercle monté sur le cylindre soufflant.

Moteur a vapeur. — Dans cette machine, le cylindre à vapeur A, le cylindre à air B et le bâti A′, qui opère leur réunion, sont fondus d'une seule pièce avec une large embase B′, permettant d'asseoir solidement et de boulonner tout l'appareil sur la plaque de fond de la bâche en fonte C.

La tige *d* est forgée d'une seule pièce avec le piston à vapeur D, et est reliée à la tige *e*, forgée avec le piston soufflant E, au moyen d'un assemblage intérieur à vis *d′*, comme on le voit fig. 1. A la hauteur de cet assemblage, la tige *d* est aussi filetée extérieurement pour recevoir la douille de la traverse en fer F, qui, outre ses deux bras *f* (fig. 1), servant de guides au moyen d'une coulisse ménagée dans les montants du bâti, est forgée avec deux autres bras *f′*, perpendiculaires aux premiers (fig. 2), lesquels reçoivent à leur extrémité les bielles en fer G et G′, qui relient cette traverse avec les deux volants régulateurs V et V′.

Ces deux volants, qui sont clavetés aux extrémités de l'arbre H supporté par deux larges paliers I fondus avec le couvercle du cylindre à vapeur, sont munis des deux boutons de manivelle *g* et *g′*, auxquels sont attachées les têtes supérieures des bielles, garnies, comme celles inférieures, de bagues en bronze en deux pièces.

Comme pour son application spéciale au fonçage des piles de pont tubulaires, cette machine doit produire un travail de compression d'air variable allant sans cesse en augmentant, jusqu'au moment où la presion atteint sa limite finale, c'est-à-dire jusqu'à ce que le tube soit arrivé à la profondeur maximum d'enfoncement dans le sol, le cylindre à

vapeur doit être pourvu d'une détente variable permettant de régler à volonté la puissance de la machine.

MM. E. Gouin et Cᵉ ont, à cet effet, adopté la détente variable du système Meyer (1), qui se compose, comme on sait, de deux registres *h*, tenus appliqués contre le tiroir de distribution *a* par des ressorts à boudins logés à l'intérieur de deux boîtes (fig. 1 et 3), dans lesquelles sont encastrés des écrous en bronze, montés sur une vis *i*, à filets carrés inversement inclinés. Cette vis est traversée par la tige J, qui reçoit un petit mouvement de va-et-vient de l'arbre moteur H, par l'intermédiaire des deux excentriques *j*, calés sur cet arbre, de chaque côté de l'excentrique *k* (fig. 2); ce dernier commande le tiroir *a* au moyen du collier en bronze K, lequel est fondu avec un bras qui le relie à la tige K′ de ce tiroir.

Ces excentriques sont accouplés par la douille en bronze *j′* reliant les extrémités des bras J′ qui, fondus avec les colliers, sont guidés par une broche *l* fixée à des oreilles I′, venues de fonte avec les chapeaux des paliers I de l'arbre moteur.

A cet effet, sur cette broche sont ajustés de petits coussinets en bronze qui peuvent glisser librement dans des coulisses à bords dressés, ménagées dans les branches verticales des leviers J′ et K.

Les excentriques *j* et *k* sont en deux pièces réunies par les boulons à écrous *l′*, afin de rendre possible leur assemblage sur les excentriques qui sont forgés avec l'arbre, et tournés avec des gorges pour donner plus de précision à l'ajustement des colliers.

Les deux tiges K′ et J, des tiroirs de distribution et de détente, traversent les stuffing-box *m*, pourvus, ainsi que celui *m′* de la tige du piston à vapeur, de pièces d'arrêt à fourche *n* qui, fixées sur la boîte du presse-étoupe, empêchent les écrous de se desserrer.

On sait que c'est en faisant tourner la tige J du tiroir de détente, à droite ou à gauche, de façon à rapprocher ou à éloigner simultanément l'un de l'autre les deux registres *h* au moyen de la vis à pas inversé *i*, que l'on modifie à volonté l'entrée de la vapeur dans le cylindre; par ce fait que l'on avance ou que l'on retarde, en modifiant la position respective de ces registres, l'instant de la fermeture des orifices d'introduction du tiroir de distribution. C'est en agissant sur le petit volant L, qui est fixé à l'extrémité de la tige J, que l'on obtient ce résultat, et son moyeu est, en outre, muni d'une aiguille L′ qui indique, au moyen de divisions gravées sur la douille de jonction *j′* des deux leviers J′, le degré de détente de la vapeur dans le cylindre.

Celle-ci arrive du générateur par le tuyau M, monté sur une tubulure fondue avec le couvercle M′ de la boîte de distribution, laquelle est munie d'un siége en bronze pour recevoir la valve d'émission N, et d'un presse-étoupe pour le passage de sa tige de commande.

(1) Voir, pour les détails de construction de cette détente, notre *Traité des moteurs à vapeur*.

Cette valve se manœuvre à l'aide du levier à manette N' guidé par un secteur : on la tourne à droite ou à gauche pour découvrir ou fermer plus ou moins complétement les deux orifices par lesquels la vapeur pénètre dans la boîte de distribution.

Après que la vapeur a produit son action sur le piston, elle s'échappe par le conduit demi-circulaire a' fondu avec le cylindre A, et est dirigée, au moyen du tuyau O, dans un réchauffeur d'eau d'alimentation ou dans la cheminée du générateur pour en activer le tirage.

Pompe a air. — La pompe à air est à double effet, et conséquemment est munie d'un double jeu de clapets d'aspiration et de refoulement, qui sont logés dans des chapelles p et p' venues de fonte avec le couvercle P du corps de pompe, muni, en outre, d'un presse-étoupe b pour le passage de la tige de traction e du piston à air E.

La chapelle de droite p (fig. 2, 5 et 6) reçoit le tuyau Q qui amène l'air ambiant sous les soupapes d'aspiration S et S', la première S établissant la communication avec le dessus du piston, comme l'indiquent les fig. 5 et 6, et la seconde S' avec le dessous, comme on le voit fig. 2.

La chapelle de gauche contient les deux soupapes de refoulement s et s', dont l'une est en communication, comme celle des soupapes d'aspiration, avec le dessus du piston (fig. 5) et l'autre avec le dessous, tandis que la tubulure qui termine cette deuxième chapelle est assemblée avec le tuyau Q', par lequel l'air aspiré se trouve refoulé dans la chambre d'équilibre de la pile tubulaire dont on effectue le fonçage. La communication a lieu entre la pompe et cette chambre au moyen d'un tuyau en caoutchouc R (fig. 1), assez épais pour résister à la pression, et que l'on engage par torsion sur le bout du tuyau en cuivre Q', garni à cet effet d'échancrure en pas de vis; puis, à l'aide d'un collier en fer q, en deux pièces, on serre le tout fortement au moyen de boulons et d'écrous.

Comme on le remarque, les deux tuyaux d'arrivée et de sortie de l'air, ainsi que les boîtes à clapets et le cylindre soufflant, se trouvent complétement baignés dans l'eau que contient la bâche C, laquelle doit être constamment renouvelée au moyen d'un tuyau alimentaire débouchant à sa partie inférieure, tandis que vers le haut elle est munie du tube de trop-plein c, qui laisse échapper l'eau dont la température s'est élevée au contact du corps de pompe et du tuyau de refoulement d'air.

Par son passage dans l'eau de la bâche, l'air se trouve débarrassé de a chaleur que la compression vient de lui faire éprouver, et arrive aux ouvriers qui travaillent à l'intérieur du tube à une température assez peu élevée pour qu'ils n'aient pas à en souffrir (1).

(1) M. François, attaché comme médecin aux travaux du pont de Kehl, ayant eu occasion d'étudier plus spécialement les effets de l'air comprimé sur les ouvriers pendant leur travail dans les caissons, a publié dans les *Annales d'hygiène et de médecine légale* un mémoire très-intéressant sur le résultat de ses observations.

Nous extrayons les suivantes : L'air comprimé manifeste son action d'une manière spéciale et à degrés différents sur les individus qui y sont soumis, et toujours selon le

TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA POMPE

Comme nous l'avons dit, le piston de cette pompe doit refouler de l'air à une pression qui, au début de l'opération du fonçage, n'a besoin d'être qu'à une demi-atmosphère à peine au-dessus de l'air ambiant, mais qui, au fur et à mesure que les travaux s'exécutent à une plus grande profondeur, doit s'élever jusqu'à deux atmosphères. Il faut donc que la machine à vapeur, marchant alors au besoin sans détente, puisse satisfaire à cette dernière condition. Voyons si, en effet, ses dimensions lui permettent de produire le travail maximum exigé.

Voici d'abord les dimensions de la pompe à air :

Diamètre intérieur du cylindre.	$0^{m}\cdot$ 300
Surface du piston.	$0^{mq}\cdot$ 070685
Course dudit.	$0^{m}\cdot$ 200
Volume engendré par coup simple.	$0^{mc}\cdot$ 141372

En admettant la pression de 2 atmosphères effectives, le piston aura à exercer pour refouler l'air un effort correspondant à :

$$706{,}85 \times 1^{k}\cdot 0333 \times 2 = 1460 \text{ kilogrammes.}$$

Les dimensions principales du moteur à vapeur sont les suivantes :

Diamètre du piston..	0^{m} 200
Surface dudit..	0^{mq} 0380
Course.	0^{m} 200
Vitesse de l'arbre du volant par 1′. . .	100 tours
Vitesse moyenne du piston par seconde.	0^{m} 66

tempérament, la constitution et l'âge du sujet. L'âge le plus favorable est celui de dix-huit à trente-cinq ans; le tempérament le plus propice est le lymphatique; le tempérament qui sera le plus éprouvé sera le sanguin. Il est utile, avant d'entrer dans le milieu comprimé, de se munir de vêtements chauds, pour s'en couvrir lors de l'éclusement, afin d'éviter la transition trop brusque du chaud et du froid. La précaution de se bourrer les oreilles de coton est au moins inutile, si elle n'est nuisible.

L'éclusement doit se faire lentement, et sa durée doit être en raison directe de l'élévation de la pression. Après la sortie, il est toujours utile de faire des ablutions à l'eau froide et de se donner du mouvement.

L'air comprimé, à n'importe quel degré, ne change pas dans sa composition intime; les éléments en restent les mêmes et en proportions identiques. Des émanations humides, des principes empyreumatiques, produits par la combustion des bougies, se mêlent à l'air que respirent les ouvriers, et produisent des effets pathologiques qui ne dépendent pas de l'action de l'air comprimé. L'expérience a prouvé que les meilleurs remèdes à opposer aux douleurs, quelquefois intolérables, produites lors de l'éclusement, sont : les ablutions de l'eau froide, les ventouses sèches et scarifiées, les liniments anodins, opiacés, volatils, camphrés; les liniments belladonés ont rendu de très-grands services dans les douleurs exagérées.

La pression dans la chaudière étant de 6 atmosphères, et dans le cylindre de 5 atmosphères effectives sur le piston, on a :

$$1^{mq}1351 \times 1^{k}1333 \times 5 = 1963 \text{ kilogrammes.}$$

Dans les conditions spéciales où se trouve cette machine, c'est-à-dire avec l'action directe de la puissance du piston à vapeur sur celui de la pompe à air, on peut très-bien admettre que les pertes d'effet utile résultant du frottement des tiges, pistons, tiroirs, clapets, etc., ne s'élèvent pas à plus de 25 pour 100 : ce qui réduirait la puissance au travail réel de :

$$1963 \times 0.75 = 1472 \text{ kilogrammes,}$$

pression un peu plus que suffisante pour vaincre l'effort nécessaire au refoulement de l'air par le piston.

Si maintenant nous cherchons à évaluer la puissance effective en chevaux-vapeur en admettant la vitesse de 100 tours, nous trouvons pour le volume total de vapeur employée en une minute par le piston :

$$1^{mq}1351 \times 1^{m}200 \times 200 = 1^{mq}520.$$

Par conséquent, en employant la vapeur à 5 atmosphères, on a :

$$1^{mq}520 \times 1^{k}1333 \times 5 = 78534 \text{ kilogrammètres.}$$

Et, en ramenant cette évaluation à la seconde prise pour unité, on trouve que la force en chevaux est de :

$$\frac{78534}{60 \times 75} = 17^{ch}15.$$

En réduisant, comme nous l'avons fait, cette puissance de 25 pour 100, pour les frottements, il reste :

$$17^{ch}15 \times 0.75 = 12^{ch}98$$

pour la puissance effective. Le volume d'air envoyé par minute par le piston compresseur étant de :

$$0^{mq}141372 \times 2 \times 100 = 28^{mq}274,$$

on a également pour le travail de la pompe à air :

$$\frac{28^{mq}274 \times 1^{k}1333 \times 2}{60 \times 75} = 12^{ch}96,$$

résistance à peu près égale au travail moteur, déduction faite, comme on l'a vu, de toutes les résistances passives. On voit donc que cette machine satisfait complétement à ses conditions d'établissement.

APPAREILS DE LEVAGE A CHAINE GALLE

PONT ROULANT

AVEC TREUIL MOBILE DE QUARANTE TONNES

EXÉCUTÉ POUR LE SERVICE DES ATELIERS DE LA MARINE IMPÉRIALE

A TOULON ET A INDRET

Par M. C. NEUSTADT, ingénieur à Paris

(PLANCHE 2)

Dans le tome XII de ce Recueil, nous avons fait connaître avec détails les principes sur lesquels reposent les divers appareils élévatoires à chaîne Galle de M. Neustadt. Il serait donc superflu de revenir ici sur ce sujet ; nous nous bornons à signaler le grand nombre et l'importance des applications faites de ce système par cet ingénieur depuis 1860.

Parmi les grands appareils élévatoires à chaîne Galle livrés à la marine impériale, aux chemins de fer, à l'industrie privée, en France et à l'étranger, nous citerons :

Un appareil élévatoire flottant de 20 tonnes, mu à vapeur, pour la société des docks de Marseille ;

Une grue à vapeur de 10 tonnes pour le bassin des entrepôts généraux de Saint-Ouen, près Paris ;

Une grue à vapeur de 6 tonnes avec une course de crochets de 40 mètres, pour desservir les ateliers de l'arsenal de Brest ;

Des grues de 25 à 30 tonnes, avec portée de 8 à 9 mètres, installées aux ports de Dieppe, d'Ostende et de Novotoherkask (Russie méridionale) ;

Quatre grues de 22 tonnes pour le service de la belle fonderie de l'arsenal maritime de Brest ;

Quatre grues roulantes à chariot, de 30 tonnes, pour le service des gares principales du réseau des chemins de fer d'Orléans ;

Enfin deux ponts roulants avec treuils de 40 tonnes, pour les ateliers et magasins des chaudières des arsenaux de Toulon et d'Indret.

Nous avons l'intention de publier successivement plusieurs de ces divers appareils. Nous commencerons aujourd'hui par le dernier des types mentionnés, qui offre dans ses dispositions générales comme dans sa construction des particularités remarquables à plus d'un titre.

Le pont roulant proprement dit, quoique d'une grande portée (près de 14 mètres), est à la fois très-léger et très-rigide en tous sens, et le treuil élévatoire présente, eu égard à sa grande puissance, un très-faible volume. Cette réduction si sensible dans les dimensions du treuil est due à l'application de la chaîne Galle, laquelle permet, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le dire, une notable diminution dans les engrenages et la longueur des arbres qui les portent; ici ces avantages sont précieux en ce que le petit volume du treuil permet de desservir la surface entière de l'atelier dont les murs se trouvent presque touchés par le crochet élévatoire.

On appréciera aisément toutes les bonnes dispositions de cet appareil en examinant le dessin, pl. 2, dont nous allons donner une description détaillée.

DESCRIPTION DU PONT ROULANT AVEC TREUIL MOBILE

REPRÉSENTÉ PLANCHE 2.

La fig. 1re est un plan général, vu en dessus, de l'appareil complet dessiné à l'échelle de 1/80 de l'exécution; on a enlevé le plancher vers les deux extrémités du tablier afin de laisser voir l'assemblage des poutrelles qui le supportent.

La fig. 2 est une élévation longitudinale correspondante à cette première figure, faite partie en section suivant la ligne brisée 1, 2, 3, 4.

La fig. 3 est une section transversale, à une échelle double des figures précédentes, passant à la fois par le mécanisme de translation du pont et par le milieu du treuil mobile.

Les fig. 4, 5 et 6, représentent de face, en section verticale suivant la ligne 5-6, et en plan vu en dessus, le treuil séparé du pont.

Les fig. 7, 8 et 9, montrent en détail, en élévation de face et de côté et en section horizontale, les assemblages des tôles du pont et des paliers des roues, qui lui permettent de se déplacer sur les rails longitudinaux établis sur les murs latéraux de l'atelier.

Pont roulant et son mouvement. — On sait que ce système de pont roulant se place à une hauteur suffisamment grande pour que toutes les manœuvres des pièces puissent se faire sans entraves. A cet effet on ménage, vers le haut de la halle, à 6, 8 ou 10 mètres au-dessus du niveau du sol, dans l'épaisseur des murs, un retrait sur lequel se fixent

deux longues pièces de bois parallèles *a*, destinées à recevoir les rails *a'*, qui doivent guider le pont dans son déplacement, lequel doit pouvoir s'effectuer au besoin dans toute la longueur de l'atelier.

Dans ce but, il est monté sur quatre roues en fonte A et A', munies de bandages en fer comme les roues des véhicules de chemins de fer; deux de ces roues sont à jante simple, et les deux autres A' placées vis-à-vis, aux deux extrémités du pont, ont une jante double, c'est-à-dire qu'en sus de la largeur destinée à recevoir le bandage, les jantes sont fondues avec des rebords dentés pour engrener avec les deux petits pignons *b* (fig. 1, 7 à 9), fixés aux extrémités de l'arbre horizontal B qui règne sur toute la longueur du tablier du pont.

Cet arbre, vu sa grande longueur et pour obvier à sa flexion, qui produirait des frottements nuisibles dans les paliers, est en plusieurs pièces réunies par des manchons articulés; vers son milieu il est muni d'une roue d'angle C qui engrène avec le petit pignon *c*, destiné à lui communiquer un mouvement de rotation ralenti que les hommes de service lui transmettent de la manière suivante :

L'arbre horizontal au bout duquel est fixé le pignon *c* est muni à son autre extrémité d'une petite roue d'angle *c'*, qui engrène avec une roue semblable *d*; l'arbre vertical de celle-ci traverse la colonnette en fonte D pour recevoir, à sa partie supérieure, la troisième roue d'angle *d'* commandée par le pignon *e*, lequel est claveté sur l'arbre muni des deux manivelles motrices E.

Les axes de ce mécanisme de transmission sont supportés par un bâti en fonte E', solidement boulonné aux poutrelles en tôle, qui sont disposées pour présenter, comme on le voit fig. 1 et 3, un appendice formant saillie, lequel permet aux hommes de s'appliquer aux manivelles commodément et sans danger, parce que la balustrade en fer F, qui existe de chaque côté du pont, suit la forme du plancher saillant.

Les arbres en fer ou essieux sur lesquels les roues A et A' sont clavetées tournent dans des boîtes à huile disposées à peu près comme celles des systèmes récents de wagons de chemin de fer (1), c'est-à-dire qu'elles sont pourvues comme elles de coussinets supérieurs en bronze, et que dessous se trouve un tampon de matières filamenteuses, maintenu en pression par un ressort à boudin (voy. fig. 8) et baignant dans l'huile du réservoir inférieur, de telle sorte que par la capillarité le liquide lubrifiant est amené aux fusées.

Les coussinets sont ajustés à l'intérieur des boîtes en fonte *f* (fig. 7 à 9), qui sont boulonnées sur les cloisons transversales F', renforcées à ces endroits par plusieurs épaisseurs de forte tôle.

Ces cloisons sont reliées par des fers d'angle *f'* avec les deux poutres

(1) Dans le vol. XIII, nous avons donné le dessin des principaux systèmes de boîtes à huile appliquées aux véhicules des chemins de fer.

principales G et G′ du milieu, et les deux poutrelles extrêmes H et H′.

Les premières sont réunies aux secondes par des traverses en tôle *g* (fig. 1), également distancées sur toute la longueur et étançonnées au moyen de fers à T *g′* disposés en diagonale. Sur ces traverses sont placés longitudinalement les madriers *h*, sur lesquels sont fixées, dans le sens transversal, les planches *h′* qui forment le double tablier sur lequel se tiennent les hommes chargés de la manœuvre.

Les deux poutres du milieu, en forme de double T, sont renforcées haut et bas par trois épaisseurs de forte tôle, et reçoivent en dessus les deux rails *r* destinés à recevoir le treuil qui élève la charge.

Du treuil et de son mouvement. — Le treuil repose, à l'aide des quatre galets I et I′, sur les deux rails *r* qui, comme nous venons de le voir, sont fixés longitudinalement sur les deux maîtresses-poutres du pont. Deux de ces galets, ceux I′, sont fondus avec des jantes plus épaisses qui sont dentées pour engrener avec les deux pignons *i* (fig. 5 et 6) fixés aux extrémités de l'arbre horizontal *i′*.

Cet arbre, et avec lui tous ceux sur lesquels sont montées les roues nécessaires au déplacement du treuil et à l'élévation du fardeau, tournent dans des paliers qui font partie des deux flasques en fonte J composant le bâti, et dont la forme, composée de courbes elliptiques à la fois rationnelles et élégantes, lui donne une grande résistance en même temps qu'un aspect des plus satisfaisants.

Les deux flasques de ce bâti sont reliées entre elles à la fois par les arbres des roues de la transmission, les deux essieux des galets de roulement, et par les trois entretoises J′, *j* et *j′*.

Le mouvement de translation du treuil, sur toute la longueur du pont, est effectué à l'aide des deux volants à manettes K fixés aux deux bouts de l'arbre K′, lequel est muni du pignon *k* engrenant avec la petite roue droite *k′* fixée sur l'arbre *i′*, qui actionne, par les pignons *i*, les roues dentées fondues, comme il a été dit, avec deux des galets de roulement I′.

Maintenant que nous avons vu comment on déplaçait le pont dans le sens parallèle au grand axe de l'atelier, puis le treuil dans le sens perpendiculaire ou transversal, disons comment se fait l'enlèvement de la charge.

Dans les dents du pignon *l*, forgé avec l'arbre principal L, engrènent les fuseaux de la chaîne Galle L′, à laquelle le fardeau est suspendu par l'intermédiaire du crochet M. La chappe de ce crochet est montée sur l'axe du pignon M′, lequel fait l'office de mouffle, la chaîne se trouvant accrochée à un boulon suspendu au moyen de deux bras en fer N (vus en ponctués fig. 3), à la forte entretoise J′.

Le pignon moteur de la chaîne est logé à l'intérieur de la gaîne N′, fondue avec deux bras qui permettent de la faire supporter par les axes des galets de roulement, et dont le chapeau est garni d'un godet grais-

seur pour l'introduction de l'huile nécessaire à l'entretien des fuseaux de la chaîne dans la denture du pignon.

Pour que celle-ci ne traîne pas sur le sol de l'atelier quand le crochet est en haut de sa course, le bout opposé à son point d'attache est relié par un crochet *l'* à l'entretoise *j'*.

Deux vitesses différentes sont disposées pour la facilité de la manœuvre. A cet effet, l'arbre premier moteur *o*, qui reçoit les deux manivelles de transmission O, est forgé avec deux pignons *p* et *p'* (fig. 6), l'un d'un diamètre plus petit que l'autre, afin d'engrener soit avec la roue *r*, soit avec celle *r'*, toutes deux clavetées sur l'arbre intermédiaire *o'*, lequel est muni à ses deux extrémités de petits pignons qui engrènent en même temps avec les deux roues à denture intérieure R. Celles-ci sont fixées sur l'arbre muni des deux forts pignons P, qui commandent parallèlement, et en dernier ressort, les deux roues R' calées sur l'arbre du pignon de chaîne.

Dans le cas d'une forte charge à soulever, c'est-à-dire se rapprochant de celle maximum de 40 tonnes, c'est le petit pignon *p* que l'on fait engrener avec la roue *r*; dans le cas d'une charge moindre, on dégage ce pignon de sa roue en faisant glisser l'arbre *o*, et l'on met en prise les dents du pignon *p'* avec celle de la roue *r'*; puis on arrête l'arbre dans l'une ou l'autre des positions correspondantes à l'engrènement de ces deux pignons, au moyen d'une menotte à poignée *m* qui s'engage dans des portées ménagées, dans ce but, sur l'arbre *o*.

L'arbre intermédiaire *o'* est encore muni, entre les roues *r* et *r'*, d'une poulie S, sur la circonférence de laquelle on agit à l'aide d'un frein pour arrêter au besoin le fardeau, ou ralentir plus ou moins sa descente. Ce frein, composé comme d'ordinaire d'une lame flexible en métal garnie de cales en bois, est manœuvré au moyen des leviers S'.

Un cliquet d'arrêt *s'* (fig. 6), qui s'engage dans les dents d'une roue à rochets fixée sur l'arbre *o'*, complète les dispositions de sûreté dont l'appareil est pourvu.

PUISSANCE ET TRAVAIL DU TREUIL SOUS LA CHARGE NOMINALE

D'après les rapports des engrenages adoptés par M. Neustadt pour la transmission de mouvement, il est aisé d'établir avec exactitude la puissance qu'il est nécessaire d'exercer sur les manivelles afin d'élever le poids maximum de 40,000 kilogrammes pour lequel l'appareil a été construit.

Diamètre primitif du pignon Galle.	0^m324	Rapport : 2,777
Diamètre de la circonférence décrite par les manivelles motrices.	0^m900	

PETITE VITESSE.

Diamètre primitif du pignon manivelle *p*.	0m097	Rapport : 4,840
Diamètre de la 1re roue intermédiaire *r*.	0m470	

GRANDE VITESSE.

Diamètre primitif du pignon manivelle *p'*.	0m1657	Rapport : 2,42
Diamètre de la 1re roue intermédiaire *r'*.	0m401	
Diamètre primitif des pignons doubles pour le 1er arbre intermédiaire *o'*.	0m120	Rapport : 6,53
Diamètre primitif des roues à denture intérieure R. .	0m784	
Diamètre primitif des pignons doubles P pour le 2e arbre intermédiaire.	0m212	Rapport : 4,71
Diamètre primitif des roues R' sur l'arbre du pignon à chaîne Galle.	1m000	

Admettant la petite vitesse afin d'obtenir la force maximum, le rapport entre la puissance P et la résistance R sera :

$$\frac{P}{R} = \frac{0{,}324 \times 0{,}097 \times 0^{m}120 \times 0{,}212}{0{,}900 \times 0{,}470 \times 0^{m}784 \times 1{,}000} = \frac{1}{418}$$

Et, à cause de la chaîne moufflée, le chemin parcouru par le fardeau ne sera plus que la moitié de cette quantité, soit :

$$\frac{1}{836} \text{ et, en fraction décimale, } 0^{m}0012.$$

Pour le développement de la manivelle, M. Neustadt admet, et cela à la suite de nombreuses expériences sur le travail momentané de l'homme appliqué à une *manivelle de* GRUE, que la vitesse ordinaire de ces manivelles pour ce travail, *qui est intermittent,* est de 1 mètre par seconde.

La vitesse d'élévation sera donc de :

$$\frac{1^{m}000}{836} = 0^{m}001{,}196 \text{ par seconde.}$$

$$\text{Soit : } 0^{m}001196 \times 60 = 0^{m}007176 \text{ par minute.}$$

La charge effective étant de 40,000 kilog.
Les charges mortes (crochet et chaîne 2,000 kilog. à bas de course). } soit : 42,000 kilog.

On a par suite, pour l'effort appliqué aux manivelles :

$$\frac{42000^{k}}{836} = 50 \text{ kilogrammes.}$$

Si on ajoute 1/6 (coefficient résultant d'expériences), soit 17 p. 100 environ pour les frottements du treuil, on arrive à un effort réel à exercer sur les manivelles de :

$$50 + \frac{50}{6} = 58^{k}3, \text{ soit 60 kilogrammes pour les 6 hommes,}$$

$$\text{ou, pour chacun d'eux : } \frac{60^{k}}{6} = 10 \text{ kilogrammes,}$$

qui, élevés à un mètre, = 10 kilogrammètres.

Effort facile à vaincre pour un travail de quelques instants, ainsi que cela a lieu dans les grues.

Nous avons fait voir, en effet, dans le 1er vol., par un tableau d'expériences faites en Angleterre, que, dans de telles conditions, le travail de l'homme peut s'élever à un chiffre notablement supérieur.

On pourrait, du reste, en modifiant un peu les rapports des engrenages, avoir moins d'efforts à exercer, mais on serait conduit à trop de lenteur dans l'élévation, ce qui serait d'autant plus regrettable que la charge nominale n'est à élever que rarement.

Dans le cas d'un poids relativement faible, on emploie la grande vitesse, qui est double de la petite.

Enfin, soit pour faire rouler le treuil, soit pour déplacer le pont, quatre hommes sont plus que suffisants.

Le poids total de l'appareil est d'environ 36,000 kilogrammes.

TISSAGE DES ÉTOFFES FAÇONNÉES

MÉTIER A LA JACQUART

PERMETTANT LA SUBSTITUTION DU PAPIER CONTINU AU CHAPELET DE CARTONS

Par M. FRANÇOIS DURAND, constructeur-mécanicien, à Paris

(PLANCHE 3.)

Depuis l'invention du mécanisme dû au célèbre Jacquart, on a cherché à le modifier de bien des manières sans avoir pu jusqu'ici toucher au principe fondamental. Dans le volume x de ce Recueil, en publiant l'appareil électrique de M. Bonelli, nous avons fait connaître les principales tentatives faites pour substituer au chapelet de carton en usage dès l'origine, soit le papier continu, soit des plaques minces en métal, soit enfin, comme dans le métier Bonelli, des électro-aimants alimentés par une pile et agissant pour repousser, dans l'ordre déterminé par le dessin, les crochets auxquels s'attachent les lisses du métier.

Les nombreuses recherches faites dans le but d'arriver à cette substitution des cartons montrent assez l'importance que tous les hommes spéciaux attachent à ce problème, dont la solution aurait pour résultat, en outre d'une économie estimée à plus de 50 pour 100 (1), de restreindre les dimensions des diverses parties du mécanisme en diminuant la pression qu'elles doivent supporter, de permettre de rapprocher les trous et enfin de faciliter le montage et le tissage des dessins compliqués, qui quelquefois sont si étendus que le nombre et le volume des cartons deviennent tellement considérables que l'on est obligé de recourir à des combinaisons assez compliquées pour permettre au métier de bien fonctionner.

Nous ne pouvons dire que cet intéressant problème se trouve résolu complétement au point de vue de l'application manufacturière, puisque le plus généralement on fait encore usage des cartons, mais nous pouvons faire espérer qu'il le sera bientôt, car plusieurs des systèmes pro-

(1) Nous pouvons citer des fabricants de châles qui dépensent, en cartons seulement, plus de 50,000 francs par année.

posés fonctionnent pratiquement dans divers établissements, et nous citerons tout spécialement celui de M. F. Durand, dont nous donnons plus loin une description détaillée. Mais avant, pour compléter l'aperçu historique que nous avons donné volume x, nous allons examiner sommairement les principales dispositions proposées depuis 1855.

Nous avons déjà parlé de l'ingénieux système de M. Rives aîné, qui, avec une infatigable persévérance ne cesse de s'occuper à le perfectionner. Rappelons que ce système consiste à remplacer les cartons ordinaires par des plaques métalliques de petites dimensions réunies par des fils, et percées sur toute leur étendue, de 4, 6 ou 800 trous, selon que le métier auquel on les applique doit être de 4, 6 ou 800 aiguilles. Ces plaques sont ensuite trempées dans de la cire, qui a pour but de boucher tous les trous, lesquels sont ensuite débouchés partiellement, dans un ordre déterminé, au moyen de poinçons qui agissent sous l'impulsion d'une machine à lire les dessins piqués, d'une disposition analogue à celle des machines de ce genre employée pour le piquage des cartons.

En suivant le même ordre d'idées, nous avons à citer deux brevets récents. Le premier, délivré à M. Quiquandon, le 18 février 1862, repose sur l'application d'un *carton-composteur,* formé d'une plaque métallique percée d'autant de trous qu'il y a d'aiguilles au Jacquart; sur cette plaque se fixe une seconde plaque percée d'un nombre de trous égal à ceux de la première, mais d'un diamètre un peu plus grand. Les bords supérieur et inférieur de la première plaque sont, en outre, recourbés de manière à former deux coulisseaux, dans lesquels peut glisser une troisième plaque percée d'autant de trous que les deux premières, mais dont le diamètre est un peu plus petit que ceux de la plaque intermédiaire.

Il s'agit alors, suivant la composition du dessin, de boucher ceux des trous dans lesquels les aiguilles du Jacquart ne doivent pas pénétrer, et de laisser les autres libres. A cet effet, dans tous les trous qui doivent être bouchés, se place un petit disque plein, qui vient reposer sur la saillie formée par la différence de diamètre des trous percés sur les plaques extérieures, et, pour maintenir solidement ces disques dans leurs trous, on fait glisser la plaque du milieu de manière qu'elle vienne recouvrir entièrement les deux autres, de telle sorte que les trois plaques de métal n'en forment plus qu'une seule. Le même carton peut donc, d'après ce système, servir indéfiniment, puisqu'il suffit de varier la fonction des disques pour produire des dessins différents.

Le second brevet, délivré à M. Erba, de Milan, le 20 novembre 1862, permet également la suppression des cartons ordinaires, soit en conservant les métiers existants, soit en construisant des métiers spéciaux.

Dans le premier cas, les cartons sont remplacés par des plaques métalliques préalablement percées sur toute leur superficie d'un nombre de trous correspondant au maximum d'aiguilles du métier. Ces trous sont bouchés aux points déterminés par le lisage par de petits cylindres de caoutchouc, qui désaffleurent sur chaque face d'une petite quantité. Ces bouchons sont destinés à faire l'office de la partie pleine des cartons, c'est-à-dire que les aiguilles poussées par les ressorts à boudin qui agissent derrière elles, restent en repos lorsqu'elles butent contre les bouchons, tandis qu'elles fonctionnent, se déplacent et pénètrent dans les trous, lorsqu'elles se trouvent en regard de ceux-ci.

Dans le second cas, celui d'un métier nouveau, la mécanique des cartons du Jacquart est remplacée par un système appelé *atmosphérique*, à cause que la levée des fils de chaîne est déterminée par l'ascension de petits pistons mis en mouvement par la pression atmosphérique. A cet effet, chacun des crochets auxquels se rattachent les fils qui font lever la chaîne sont terminés par un petit piston de traction ajusté dans un tube pourvu d'un tuyau d'air horizontal, qui remplace l'aiguille ordinaire, en permettant de faire le vide dans les tubes toutes les fois que cet orifice est bouché par un des petits cylindres introduits dans les trous des plaques métalliques qui remplacent les cartons.

Revenons maintenant aux dispositions ayant pour but le remplacement des cartons par le *papier continu*.

Le système de M. Acklin, dont nous avons parlé, a été exploité par MM. Pujol et Cie, et le liquidateur, M. Pinel de Grandchamp, s'occupe de le perfectionner, comme nous le voyons par la demande d'un nouveau brevet pris le 1er août 1861, et un certificat d'addition en date du 15 avril 1862, afin d'en rendre l'application plus pratique en simplifiant autant que possible le mécanisme auquel on reprochait une assez grande complication.

A l'exposition universelle de 1855, avec les Jacquarts à papier substitué aux cartons de MM. Blanchet et Junot et de M. Acklin, figuraient aussi ceux de MM. Villard et Gigodot, de MM. d'Espouy et de M. Beau, qui tous trois se distinguaient par des combinaisons plus simples que les précédentes. La mécanique à papier de MM. Villard et Gigodot formait un système Jacquart spécial, ne pouvant être appliqué aux machines ordinaires (1). Celui de M. Espouy, au contraire, différait du Jacquart ordinaire en ce que le papier était appliqué sur un *cylindre rond*, et que les aiguilles étaient repoussées toutes à la fois par une longue planche mue par un ressort; au moment où le papier commençait à pousser les aiguilles, la planche était repoussée, et les aiguilles devenaient libres.

Dans le Jacquart de M. Beau, la grande camme était portée par le chariot des griffes, et les galets étaient fixés au chariot porte-cylindre; la pièce qui tirait ce cylindre contre les aiguilles cédait lorsque les griffes descendaient, de manière que la pression ne s'effectuait qu'au commencement de leur levée et quand les crochets à tubes étaient complétement détachés des griffes.

Bien que le métier électrique de M. Bonelli que nous avons publié ait paru tout d'abord être appelé à amener une révolution dans l'industrie des tissus façonnés, sa grande complication, les soins minutieux à prendre pour assurer son fonctionnement, joint à son prix élevé, ont empêché jusqu'ici d'en répandre l'usage; mais il est probable cependant qu'on arrivera à le simplifier; nous nous en rapportons pour cela à M. Froment, habile fabricant d'instruments de précision (2).

(1) Citons aussi M. Gaud, à Lyon, qui a pris un brevet le 18 octobre 1853, pour un *appareil supplémentaire de papier continu, en remplacement des cartons*, et aussi pour une *nouvelle presse à mécanique à la Jacquart*, avec système de crochet à détente, destinés à conserver les cartons, en évitant la pression brusque et rapide des presses ordinaires.

(2) Quelques industriels se sont aussi occupés d'appliquer l'électricité au tissage; nous citerons M. Gaud, à Amiens, qui s'est fait breveter le 22 mars 1854 pour un métier électrique à crochets-griffes et à châssis propulseur dans lequel les cartons sont remplacés par un papier continu; M. Midy, à Saint-Quentin, breveté le 30 août 1854, pour

Il devient du reste d'autant plus difficile à ce système de présenter des avantages, que ce n'est plus contre les cartons encombrant et dispendieux qu'il va avoir à lutter, mais bientôt contre le papier continu d'un emploi plus facile, et présentant, comme nous l'avons dit, une grande économie.

Seulement, ce qui a retardé jusqu'ici son adoption définitive, c'est que, en raison de son peu d'épaisseur, il ne peut offrir assez de résistance pour repousser les aiguilles du Jacquart; de là l'urgence d'un mécanisme spécial devant remplacer le choc du cylindre prismatique ordinaire; un autre inconvénient que présente le papier, c'est sa dilatation et sa contraction sous l'influence de la température plus ou moins chargée d'humidité, ce qui fait que les trous cessent de se présenter exactement vis-à-vis des aiguilles.

Ces deux inconvénients, quoique très sérieux, peuvent être vaincus sans doute par d'heureuses combinaisons; nous signalerons particulièrement, parmi les nouvelles dispositions proposées pour arriver à ce résultat, les suivantes :

M. Seurre, de Lyon (brevet du 24 janvier 1855, suivi de deux certificats d'addition du 11 août 1855 et du 5 février 1857), a imaginé un papier hydrofuge garni de bandelettes latérales destinées à le renforcer, et un mécanisme spécial au moyen duquel toutes les aiguilles sont retirées ensemble, en les faisant passer contre des ressorts renfermés dans des tubes métalliques, pour que, par sa pression, le papier ne soit pas forcé de les appuyer lui-même, et que toutes ces aiguilles se trouvent abandonnées lorsque la pression a eu lieu, afin que le papier ne reçoive que l'action faible produite par les ressorts.

MM. Tiphaine, Maurel et Gagnière, à Paris, brevetés le 27 juin 1857, ont proposé, d'une part, d'éviter les changements d'état ou de dimension du papier, en le trempant dans une solution de colle, de gomme arabique et d'alun, en employant un papier spécial renforcé dans certains endroits d'un tissu très-léger, ou de simple filament de soie, coton, laine ou fil; et, d'autre part, une disposition qui, sans changer le Jacquart ordinaire, en modifie le fonctionnement en rendant les ressorts qui servent à ramener les aiguilles, lorsqu'elles ont été repoussées par les plaques non percées des cartons, sensiblement plus faibles, afin que les aiguilles ne percent pas le papier substitué aux cartons. Ces ressorts sont, dans les Jacquart ordinaires, logés dans les trous d'une traverse appelée *étui*, renfermant autant de ressorts qu'il y a d'aiguilles. Dans leur système, les inventeurs placent dans les trous de petites tiges ou *touches* en bois ou en métal, dont l'extrémité postérieure porte une *broche* plus mince qui se trouve en dehors des trous de la traverse. Cette broche est entourée par un ressort à boudin, beaucoup plus faible que les ressorts employés au même usage, et elle en remplit le vide central de façon à le renforcer, c'est-à-dire à l'empêcher de dévier ou de fléchir. Le peu de puissance des ressorts empêche les aiguilles de percer le papier, et le moyen de les guider assure leur fonctionnement, en leur donnant assez d'action pour repousser les aiguilles.

M. Vincenzi, à Lyon, breveté le 17 juillet 1857, dont l'invention a pour principe de garantir le papier de tous efforts à la répulsion des aiguilles dans la battue du cylindre qui le guide contre la planchette du Jacquart. Ce résultat est obtenu par un mouvement qui refoule les aiguilles, en même temps que le cy-

un *appareil électrique applicable à tous les métiers à tisser*. Le premier de ces brevets est publié dans le vol. XXXVI, et le second dans le vol. XI des *Brevets d'invention*, publiés sous le régime de la loi de 1844.

lindre fait plaquer le papier du dessin contre la planchette. Le papier ainsi placé entre celle-ci et le cylindre, presque en contact avec la pointe des aiguilles, se trouve en position de recevoir leur impulsion sans effort et sans chance de dégât, dès que le mouvement qui refoule les aiguilles les a abandonnées à l'action attractive des ressorts. En haussant la grille, le mouvement qui refoulait les aiguilles produit un échappement, et celles-ci, tendant à reprendre leur position naturelle par leur propre élasticité, entrent dans le cylindre par les vides du papier, s'il y a des vides devant elles, ou restent à leur place, empêchées qu'elles sont de sortir par la résistance que présente le papier, s'il n'est pas percé.

M. Tremeschini, breveté le 22 janvier 1858, dont l'invention consiste : 1° En une manière de produire le déplacement des aiguilles, crochets et lisses, au moyen de bandes étroites et parallèles en carton mince, dit *cartoncino*, divisées longitudinalement de façon que la largeur de chaque bande corresponde pour chaque coup de pédale au service de cent aiguilles, par exemple, distribuées en plusieurs lignes, pour éviter les inconvénients des effets hygrométriques, la flexibilité, etc.; 2° dans la perforation des bandes susdites de cartoncino dans des conditions très-économiques au moyen d'instruments *ad hoc*.

M. L. Saccardo, breveté le 23 août 1860, *pour l'application d'un papier sans fin à intervalles compensateurs et points de repère indépendants aux métiers Jacquart*. Ce système consiste, en premier lieu, à pratiquer, sur la feuille de papier sans fin dans le sens longitudinal et à petites distances, des perforations qui ont pour but d'éviter l'inconvénient résultant des variations hygrométriques de l'atmosphère sur le papier dans le sens de sa largeur; en second lieu, à constituer un système de points de repère, afin de supprimer les inconvénients qui ont empêché jusqu'ici la substitution pratique et industrielle du papier au carton; en troisième lieu, à disposer le battant servant d'intermédiaire entre le papier et les aiguilles du métier, de façon à éviter les frottements et les résistances qui obligent d'exercer un effort relativement considérable, et par suite de faire usage de forts ressorts.

M. Rigo, à Vincennes, breveté le 18 octobre 1862, pour une disposition mécanique qui facilite l'emploi du papier, en même temps qu'elle empêche la courbure des crochets et l'usure de l'anneau des aiguilles. A cet effet, l'auteur évite le *coup dur* en graduant la pression du cylindre contre les aiguilles, de manière à ne refoler ces dernières qu'au moment où la grille est à fin de course descendante, et à l'y maintenir le temps nécessaire lorsqu'elle monte. Cette pression graduée est obtenue sans rien changer au Jacquart, en mobilisant simplement la tige qui porte le galet de pression, et qui se meut dans la pièce cintrée, laquelle, par le soulèvement de la griffe, fait avancer ou reculer le cylindre.

M. Gagnière, à Paris, breveté le 20 juin 1863. — Comme M. Rigo, cet inventeur cherche à éviter le *coup dur*, en supprimant la brutalité du choc qui fait *dégriffer* les crochets avant la fin de leur course, lorsque la griffe descend. Il obtient ce résultat par un système de *pression auxiliaire* changeant le point de contact du galet de pression qui se meut dans la pièce cintrée. Cette pression n'a lieu ici qu'au moment où la griffe a abandonné tous les crochets, de telle sorte que le cylindre n'a plus qu'à refouler les aiguilles dégagées du poids que porte le crochet; mais comme il importe que la pression soit continuée, lorsque la griffe remonte, les loquets qui retiennent le battant ne se déplacent

qu'au moment où les barreaux de la griffe ont dépassé la tête des crochets.

MM. Dornier et Lefèvre, à Paris, brevetés le 16 juillet 1863, proposent l'adjonction d'un second battant au battant ordinaire, dans le but également de diminuer le choc sur les aiguilles horizontales. A cet effet, quand le premier battant revient sur la machine pour présenter le papier aux aiguilles, il se trouve arrêté à une faible distance de ces dernières, et c'est alors que le battant additionnel se déplace, par suite de la descente de la griffe, et fait approcher le cylindre de la quantité nécessaire pour exercer la pression; celle-ci est régularisée à volonté, en changeant une petite pièce métallique qui fait partie du second battant; de plus, pour empêcher que la pression ne détériore les aiguilles, la boîte qui les contient, et qui d'ordinaire est fixe, se mobilise, de telle sorte que la pression ne se fait sentir que lorsque la boîte est repoussée.

Maintenant que nos lecteurs sont au courant des divers moyens proposés pour réaliser ce progrès tant désiré de la substitution du papier sans fin aux cartons, il nous reste à faire connaître la nouvelle disposition à la fois simple et ingénieuse imaginée par M. F. Durand.

Les moyens adoptés diffèrent d'une façon sensible de ceux que nous venons de passer en revue, puisque M. Durand revient à l'idée mère de Vaucanson, celle de substituer un cylindre rond au prisme carré; seulement le cylindre proposé par Vaucanson était doué d'un double mouvement; il tournait et se déplaçait, tandis que, dans le nouveau système, le cylindre ne fait que tourner; et pourtant il accomplit les fonctions du prisme dans le Jacquart.

Cette modification en réclamait forcément une autre qui est d'une grande importance, et qui consiste à faire agir les aiguilles et les crochets de façon à supprimer l'inconvénient que présentent les machines ordinaires, de les rendre lourds et de fausser souvent leur action. On a produit ce résultat en ne remettant les aiguilles en présence du cylindre qui les commande qu'au moment voulu; pendant le reste du temps elles sont complétement isolées.

Cet effet de recul de toutes les aiguilles est obtenu en faisant mouvoir en arrière l'étui à ressort qui contient leurs extrémités; pendant ce mouvement la griffe s'élève emportant avec elle tous les crochets dont les aiguilles ont rencontré les trous du papier.

On comprendra facilement qu'avec un cylindre à axe fixe l'on substitue à l'action trop énergique du cylindre frappant, une action modérée et constamment réglée sur les aiguilles qui, alors, peuvent venir se poser progressivement sur les pleins et sur les vides du papier enroulé exactement autour du cylindre.

Nous allons compléter cet exposé en décrivant en détails, à l'aide du dessin, pl. 3, ce nouveau Jacquart, pour lequel M. Durand s'est fait breveter le 21 septembre 1859.

DESCRIPTION DU MÉTIER A LA JACQUART,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 5 DE LA PLANCHE 3.

La fig. 1 est une vue de côté du Jacquart tout monté et prêt à fonctionner.

La fig. 2 est une vue de face, le cylindre supposé coupé.

La fig. 3 est une coupe transversale faite par le milieu, suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 4 montre ce même métier en projection horizontale.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/6 de l'exécution.

La fig. 5 représente, à une échelle double en élévation et en plan, une portion de l'étui mobile à ressort servant de guide aux aiguilles.

On doit remarquer tout d'abord, à l'inspection de ces figures, que la machine ne diffère pas sensiblement des Jacquart ordinaires. Comme ceux-ci, elle est composée d'aiguilles horizontales traversées par des crochets verticaux auxquels sont attachés tous les fils qui contribuent à la formation de l'étoffe façonnée. Ces crochets sont soulevés, suivant la nature du dessin, par une griffe qui se meut verticalement dans des coulisses ménagées sur les deux montants qui forment le bâti.

Les modifications apportées au métier et dont nous avons déjà parlé, peuvent se résumer ainsi : 1° Substitution d'un cylindre tournant en place autour de ses tourillons, au prisme rectangulaire à mouvement de translation dans le sens des aiguilles du Jacquart ordinaire; 2° mouvement latéral de l'étui et de son jeu d'aiguilles pour se mettre, au moment voulu, en contact avec le papier continu, et permettant au cylindre d'exécuter son mouvement intermittent de rotation, pour présenter à l'action des aiguilles chaque partie du dessin correspondant à une duite; 3° déplacement latéral de la griffe qui porte les crochets, afin de suivre ces derniers dans le mouvement que leur donnent les aiguilles pendant leur déplacement avec l'étui.

Dispositions générales. — Le nouveau Jacquart se compose, comme on voit, de deux montants en fonte A et A′, fixés sur une traverse qui repose comme d'ordinaire sur la partie supérieure du métier à tisser. Ces deux montants, formant le bâti proprement dit de la machine, sont réunis entre eux par une entretoise *a*, le chapiteau A^2, et les différents axes qui composent la machine.

La partie antérieure de chaque montant est fondue avec un bras servant de paliers pour recevoir l'axe *b* du cylindre principal B, lequel est formé de trois croisillons en fonte également espacés, calés sur ledit axe *b*, et dont la périphérie tournée bien exactement au même diamètre pour chacun d'eux reçoit le cylindre proprement dit, qui est composé

d'une feuille de cuivre mince percée d'un grand nombre de trous, dont l'écartement correspond à celui des aiguilles.

La surface de ce cylindre reçoit le papier continu percé des trous nécessaires au tissage du dessin que l'on veut produire.

Sur ce cylindre, à l'endroit des croisillons, sont fixés, également espacés les uns des autres, des goujons faisant saillie, afin de correspondre à des trous pratiqués sur les bords et au milieu du papier, pour servir de repères dans la conduite de celui-ci sur le cylindre, et afin que les trous de ce dernier soient bien en regard de ceux du papier, et, par suite, pouvoir livrer passage aux aiguilles.

Dans l'axe des montants A et A′ du bâti sont ménagées de fonte deux rainures verticales dressées *c*, dans lesquelles se meuvent deux saillies de formes correspondantes en fonte, dont les deux côtés du châssis C sont pourvus à cet effet.

Ce châssis est composé de deux plaques latérales fondues avec deux branches verticales munies des crémaillères *c′*, qui s'appuient, d'un côté, sur les galets *a′*, fixés par de petits supports sur le couronnement du bâti A^2, et, de l'autre, par les crémaillères contre les deux pignons D, qui transmettent le mouvement vertical de va-et-vient au châssis, et par suite à la griffe C′ qui y est reliée. A cet effet, les pignons D sont fixés sur le même axe horizontal *d*, qui tourne dans deux coussinets ménagés sur les montants A et A′, et qui porte, en dehors du bâti A, une poulie E destinée à recevoir la courroie ou sangle de commande.

La griffe proprement dite est composée du cadre rectangulaire en fonte C′, dont les petits côtés glissent latéralement dans des rainures intérieures pratiquées dans les parties latérales du châssis C. A ce cadre sont fixées, dans le sens de la longueur, les lames en tôle mince c^2 destinées à enlever les crochets à chaque mouvement ascendant du châssis porte-griffe.

Étui. — Dans les Jacquart ordinaires, l'étui dans lequel sont logés les ressorts de pression des aiguilles consiste, comme on sait, en une pièce de bois fixée à la partie postérieure de la machine, laquelle est percée d'un nombre de trous égal à celui des aiguilles; dans chacun de ces trous est logé un petit ressort en laiton, qui repousse les aiguilles toutes les fois que le prisme porteur des cartons se recule pour frapper une nouvelle passe.

Par le fait de sa disposition même cet étui est défectueux, les trous dans lesquels sont placés les ressorts sont toujours trop petits pour que ceux-ci puissent jouer librement, il s'en suit que fort souvent il y a des aiguilles paresseuses qui, n'étant pas repoussées à temps dans leur première position, produisent des manques que l'on reconnaît aisément dans le tissu, et qui nuisent à sa régularité.

Pour remédier à ce grave inconvénient M. Durand a modifié entièrement la disposition de l'étui; il est arrivé à isoler complétement chacun

des ressorts et à leur donner toute l'élasticité désirable, en permettant en même temps à l'étui de se déplacer latéralement avec les aiguilles, à chaque course de la griffe, afin que le cylindre B, dégagé de ces aiguilles, puisse opérer son mouvement et présenter une nouvelle partie du papier percé à l'action de la machine. Ce nouvel étui est ajusté dans les montants A et A′ qui, à cet effet, sont entaillés d'une ouverture rectangulaire servant de guide à deux joues en fonte F (fig. 1 et 5), réunies entre elles par deux lames de tôle mince *f*, et par une série de neuf broches en fer *f′*, disposées horizontalement les unes au-dessus des autres et formant une sorte de grillage.

Entre chacune de ces tringles sont réparties les huit rangées d'aiguilles, qui sont rendues dépendantes du mouvement de translation de l'étui au moyen d'*épinglettes* verticales *e*, qui passent dans des trous pratiqués à cet effet dans les plaques *f*, et dans les œils *g′* des extrémités des aiguilles *g* (fig. 5). La longueur des œils est telle que les aiguilles, lorsqu'elles se présentent sur une partie non percée du papier, peuvent reculer naturellement de la quantité suffisante.

La boîte à ressort, ou l'étui proprement dit, qui se place devant le grillage *f′*, auquel il est fixé au moyen de deux vis, est également composé de deux joues en fonte H, réunies par deux plaques de tôle *h* et deux grilles *h′* et h^2 disposées comme celles *f*. Entre ces grilles sont placées de petites tiges en fer-blanc *i* correspondant à chacune des aiguilles *g*.

Ces tiges *i* sont embouties pour former à l'une des extrémités un petit talon de butée pour les aiguilles (voy. fig. 5), et vers le milieu avec une petite saillie sur laquelle s'appuie le faible ressort à boudin *i′*. Deux petites coulisses longitudinales sont percées aussi dans les pièces *i*, et leur servent de guides au moyen des épinglettes verticales *e′* e^2 qui les traversent, ainsi que les plaques *h* de la boîte à ressorts.

Ainsi construit, l'étui présente une grande sécurité pour le bon fonctionnement des aiguilles; les ressorts toujours isolés, et parfaitement guidés sur toute leur longueur, agissent continuellement sans aucune chance de dérangement.

Dans le mouvement de recul de l'étui, mouvement que bientôt nous allons étudier, ce sont les épingles verticales *e* qui, passant dans les œils extrêmes *g′* des aiguilles *g*, déterminent ces dernières à suivre le même mouvement que l'étui lorsque celui-ci est porté en arrière; dans le mouvement en avant, les ressorts *i′* agissent sur les pièces *i* qui repoussent les aiguilles. Dans le cas où l'une de ces dernières rencontre une partie du papier non percée, le ressort correspondant fléchit et l'aiguille reste en arrière avec le crochet qu'elle conduit; ce dernier, n'étant plus sur la verticale des lames c^2 qui forment la griffe proprement dite, celle-ci se lève sans entraîner avec elle le crochet repoussé en arrière.

Au contraire, lorsque l'aiguille rencontre un trou du papier, elle y

pénètre, toujours sous l'action des ressorts, et le crochet correspondant se trouve en prise avec la griffe c^2, laquelle, dans son mouvement ascensionnel, élève le crochet et le fil de la chaîne du tissu auquel il est relié.

Mouvement de recul de l'étui et des aiguilles. — Nous avons vu plus haut comment, dans son mouvement de va-et-vient, l'étui fait participer les aiguilles à ce mouvement; nous allons maintenant examiner de quelle manière se produit ce déplacement.

Dans son trajet ascensionnel, le châssis C entraîne deux galets l (fig. 1) fixés à sa partie inférieure, à chaque extrémité en dehors du bâti, lesquels se meuvent dans la coulisse des leviers J, articulés en un point *j*, pris sur le bâti. La pression de ce galet sur les leviers articulés détermine ces derniers à prendre la position verticale, et, comme ils sont reliés à l'étui F par les petites bielles en fonte *k*, celui-ci est obligé d'exécuter son mouvement de recul, entraînant les aiguilles avec lui.

Déplacement latéral de la griffe et commande du cylindre. — Dans ce mouvement de recul des aiguilles, les crochets qui les traversent sont soumis au même déplacement : il est donc indispensable que la griffe c^2 subisse aussi ce mouvement de translation dans la même proportion que les crochets verticaux, afin que ceux-ci soient toujours en prise avec elle. A cet effet, vers l'extrémité postérieure du cadre en fonte C, et des deux côtés, sont fondues des oreilles qui reçoivent chacune un galet en acier *l* fixé au moyen d'un axe à écrou. Ces galets peuvent glisser librement dans les rainures *l'* (fig. 1) pratiquées dans les montants A et A' du bâti.

Chacune de ces rainures *l'*, légèrement inclinée au commencement de la course, se termine par une partie verticale, de telle sorte que le galet, dans le mouvement ascensionnel qui lui est transmis par la griffe à laquelle il est fixé, rencontre le plan incliné de la rainure qui l'oblige à se reculer, ainsi que le cadre C' de la griffe c^2, jusqu'à la partie verticale de ladite rainure. A ce moment, l'étui est arrivé à la fin de sa course rétrograde, et la griffe c^2, ainsi que les crochets en prise, s'élèvent verticalement pendant le restant de la course, pour redescendre ensuite inversement et reprendre leur position initiale.

Ce mouvement de l'étui, ainsi que celui de recul de la griffe, s'effectuent du reste bien parallèlement, puisque les galets et les leviers sont doubles, c'est-à-dire établis de chaque côté de la machine.

C'est lorsque l'étui est reporté en arrière et les aiguilles dégagées du cylindre B, que ce dernier doit opérer son mouvement de rotation.

Cet effet est obtenu au moyen du levier L, qui a son point fixe sur le montant A et se termine, à l'une de ses extrémités, par une coulisse dans laquelle s'engage l'axe du galet *l* dont il vient d'être question, de sorte qu'il est obligé de suivre tous les mouvements de la griffe.

L'autre extrémité de ce même levier est munie du double cliquet L', dont l'une des branches *m* commande le cylindre B pour la marche

en avant, et l'autre branche *m'* pour la marche en arrière. A cet effet, le cliquet *m* agit sur la roue à rochet M, fixée sur l'axe du cylindre, et celui *m'* actionne, en temps opportun, la roue M' fondue avec celle M.

Chacune des deux branches du cliquet L' est ramenée à sa position par un des ressorts *n n'* (fig. 1), que l'on peut faire agir alternativement.

La branche supérieure du cliquet L' est engagée dans un guide K fixé au bâti, et reçoit deux cordes qui passent, l'une sur la poulie de renvoi *o*, l'autre sur celle *o'*, et se rendent ensuite auprès du tisseur, lequel commande ainsi la marche en avant du cylindre ou celle en arrière pour, au besoin, produire le détissage.

Afin que le cylindre B tourne toujours d'une quantité égale, et qu'il reste parfaitement immobile pendant que les aiguilles agissent sur le papier percé qui le recouvre, un second cliquet N, ou *valet*, à dent triangulaire, vient s'engager dans les dents d'une roue N', parfaitement divisée et fixée sur l'axe du cylindre : un fort ressort O fait pression sur le levier N pour le tenir constamment engagé dans les dents de cette roue, et par suite, maintenir le cylindre bien d'aplomb après chaque mouvement de rotation.

Afin de pouvoir à volonté suspendre momentanément l'action du cylindre, soit pour dérouler une partie du papier percé, soit pour changer facilement le dessin, on dégage le cliquet N des dents de sa roue en soulevant l'extrémité de son levier N² au moyen de la manivelle P, forgée avec un talon sur lequel on le fait reposer.

Considérations sur l'application du métier. — Après la description que l'on vient de lire, il serait superflu d'entrer dans de nouveaux détails sur le fonctionnement de cette machine qui diffère peu, du reste, de celui des Jacquart ordinaires. Nous ferons seulement remarquer que, pour assurer la marche régulière, toutes les parties sont disposées de la manière la plus rationnelle : ainsi, au lieu de placer les aiguilles parallèlement entre elles, comme on le fait ordinairement, elles convergent toutes vers le centre du cylindre. La disposition de la planchette, placée verticalement entre le cylindre et les aiguilles, présente aussi une amélioration assez notable : elle se compose du cadre en fonte *p* (fig. 3 et 4), fixé aux deux montants A et A' du bâti, et sur la face antérieure duquel sont vissées les filières-coussinets en zinc *p'*, percées d'un nombre de trous suffisants pour le passage des aiguilles; ces coussinets sont en plusieurs pièces, afin de permettre de les remplacer facilement lorsque les aiguilles prennent du jeu.

La machine est, de plus, entièrement en fonte, les ajustements en sont peu nombreux ; par suite, les chances de dérangement sont presque nulles et les réparations insignifiantes, ce qui en rend l'emploi assuré dans les localités éloignées des grandes villes.

Enfin, les principaux avantages de ce nouveau métier peuvent se résumer comme suit :

Suppression complète des cartons et leur remplacement par du papier continu, percé suivant les dessins à produire, d'un volume beaucoup moindre, plus facile à conduire, et dont le prix est sensiblement moins élevé;

Annulation du choc des métiers ordinaires pour faire appliquer le prisme muni de son carton contre les aiguilles horizontales, et par suite conservation et plus grande durée de la mécanique;

Mouvement doux et régulier des aiguilles, qui se présentent bien parallèlement à leur direction vis-à-vis des trous pratiqués dans le cylindre, lequel, bien divisé, ne fait que tourner sur place, pour amener successivement les trous correspondants à une duite.

Un certain nombre de ces nouveaux métiers fonctionnent depuis un temps assez long déjà pour ne plus laisser de doutes sur les résultats économiques qu'ils présentent et sur les avantages que l'on peut avoir à les substituer aux Jacquart ordinaires en usage.

L'emploi en grande quantité du papier continu a amené M. Durand à combiner une nouvelle machine pour le piquage de ce papier, les appareils de ce genre employés pour les cartons n'offrant pas la précision et la délicatesse nécessaires. Nous publierons prochainement dans ce volume cette nouvelle et très-intéressante machine.

MACHINE DOUBLE A PERCER LES CYLINDRES DES JACQUART,

REPRÉSENTÉE FIG. 6 A 9, PLANCHE 9.

La substitution du papier au carton dans les Jacquart ayant amené, comme nous venons de le voir, des modifications radicales dans les dispositions de ces machines, M. Durand, afin d'arriver à une construction économique et bien entendue, s'est appliqué à créer un outillage complet. C'est ainsi qu'il a imaginé une petite machine à percer les cylindres, un outil pour percer les planchettes, et différents autres appareils. Nous ne nous occuperons, quant à présent, que de la machine double pour percer les cylindres, comme étant la plus indispensable pour la construction de ces nouveaux métiers.

La fig. 6 représente cette machine vue de face, du côté des outils;

La fig. 7 en est une section transversale vue de côté.

La fig. 8 est une coupe transversale du chariot, montrant la commande de son mouvement de translation.

La fig. 9 fait voir l'emmanchement de la mèche dans les porte-outils.

On voit, à l'inspection de ces figures, que cette machine est composée d'un banc en fonte A, supporté par des pieds verticaux A′ également en fonte, fixés au sol par des boulons; notre dessin ne montre que la partie supérieure sur laquelle repose le banc.

La face supérieure de celui-ci, parfaitement dressée, reçoit le chariot B, sur lequel sont fixées les poupées C et C′ qui supportent le cylindre à percer. Ces poupées peuvent aisément se déplacer dans le sens longitudinal, au moyen des vis de rappel *c c′* fixées au chariot, et passant dans un écrou en bronze ajusté sous lesdites poupées.

Sur le même banc A, derrière le chariot, sont fixées deux colonnes verticales en fer D, D′, sur lesquelles peuvent glisser, et être retenus à une hauteur facultative, les deux bâtis E, E′ de la perceuse double proprement dite. Ces deux bâtis, reliés entre eux par les entretoises *e* qui, en maintenant leur écartement les rendent solidaires, portent chacun trois têtes qui servent de coussinets aux arbres verticaux porte-outils.

Ces arbres sont composés de plusieurs pièces : d'une tige principale *f*, dont la tête inférieure, d'un diamètre un peu plus fort, reçoit l'outil que l'on centre aisément au moyen de quatre vis de pression placées à angle droit, deux à deux (voy. fig. 9). La tête du foret, légèrement conique, se centre d'elle-même dans le fond du porte-outil. Les tiges *f* sont renflées à leur partie supérieure *f′*, et percées d'une ouverture centrale qui reçoit les tiges en fer *g*, lesquelles exercent la pression nécessaire pour faire pénétrer la mèche dans le métal, par l'intermédiaire de la traverse *g′* qui les réunit, et dont le milieu reçoit l'action du levier G, qui a son point fixe sur une des entretoises du bâti E E′.

Ce levier est commandé par la longue bielle G′, actionnée elle-même par un autre levier H qui passe sous le banc, où il prend son point d'appui et qui, terminé par un manche en bois H′, est à la portée de l'ouvrier. Quand celui-ci abandonne le manche, le contre-poids F, attaché à l'extrémité inférieure de la bielle G′, soulève simultanément les deux outils.

Le mouvement de rotation est communiqué à ces derniers au moyen d'une paire de roues d'angle *i i′*, dont l'une, celle commandée *i*, est fixée sur la douille I, qui enveloppe les arbres verticaux qu'elle entraîne au moyen d'une clavette engagée dans une longue rainure pratiquée sur la génératrice de ces arbres; l'autre roue, celle *i′* qui commande, est montée à l'extrémité de l'axe horizontal traversant la douille I′ (fig. 7) fondue avec chacun des bâtis, tandis que son autre extrémité porte les poulies *p* et *p′*, l'une montée fixe et l'autre folle.

Deux fourchettes J guident la courroie, qui passe à la fois sur les deux poulies fixes ou folles des deux arbres actionnant les forets par les deux paires de roues d'angles *i* et *i′*.

Ces fourchettes de débrayage sont reliées par une sorte de cadre *k* guidé de chaque côté des bâtis, et muni d'un bouton central *k′* (fig. 6), qui sert à la manœuvre en permettant de déplacer la courroie bien parallèlement et simultanément sur les deux poulies fixes ou folles.

Le cylindre à percer B′ étant monté sur les deux poupées C et C′, il suffit de déplacer latéralement le chariot B, d'une quantité égale à l'écar-

tement qui doit exister entre deux trous consécutifs, pour obtenir toute une ligne de trous qui correspondent aux aiguilles du Jacquart.

Ce mouvement est communiqué au chariot au moyen de la crémaillère *l* (fig. 7 et 8), fixée à l'intérieur du banc, et par l'intermédiaire du pignon *l'* claveté à l'extrémité de l'arbre l^2 qui traverse le chariot.

Cet arbre porte, en outre, à l'extrémité qui désaffleure le chariot, une petite roue à rochet *m* recevant un mouvement intermittent de rotation au moyen du cliquet *m'*, fixé sur le levier M, et dont le centre d'oscillation l^2 est pris sur le chariot. Ce levier porte un ressort faisant pression sur le cliquet *m'*, et une seule dent *n* qui s'engage dans les divisions de la crémaillère N fixée sur le côté du banc.

En soulevant le levier M, on dégage la dent *n* de la crémaillère et le cliquet *m'* passe sur une autre dent du rochet *m*.

Quand aussitôt après on abaisse ce même levier, le cliquet *m'* fait tourner la roue *m* et, par suite, le pignon denté *l'* qui engrène avec la crémaillère *l* fixée au chariot (fig. 8); celui-ci avance alors d'une quantité correspondante à une dent.

Lorsqu'une ligne de trous se trouve ainsi percée bien exactement à des distances égales au moyen de ce mécanisme, on procède au percement d'une seconde ligne parallèle à la première. Pour cela il est nécessaire que le cylindre effectue un mouvement de rotation dont l'amplitude dépend de l'écartement des rangées de trous, ou du nombre de divisions à produire sur la circonférence du cylindre, parallèlement à son axe. A cet effet, l'arbre qui traverse la poupée C est terminé à l'intérieur par le plateau O, qui porte la pièce de butée *o* destinée à entraîner le cylindre B' par l'intermédiaire du toc *o'* fixé sur son axe.

Ce plateau est divisé sur sa circonférence suivant un nombre de dents correspondant aux divisions à produire sur les cylindres; dans cette denture s'engage un petit cliquet *r* (fig. 7) fixé au levier à manette R, lequel le maintient constamment engagé au moyen du ressort *r'*.

Lorsqu'une ligne de trous est percée, il suffit, au moyen du volant à main V, de faire tourner le plateau qui entraîne avec lui le cylindre à percer. Le cliquet *r*, pénétrant dans l'une de ses divisions, force le plateau à rester en place pendant tout le temps du perçage des trous qui correspondent à une même ligne.

Par l'emploi de cette machine, extrêmement facile à conduire, le perçage des cylindres s'effectue rapidement, d'une façon on ne peut plus régulière et dans des conditions de main-d'œuvre très-économique.

MACHINES OUTILS

MACHINE RADIALE A PERCER

A PLATEAU MOBILE

ET

PERCEUSES APPLIQUÉES SUR COLONNE

Par M. HARTMANN, constructeur de machines, à Chemnitz (Saxe)

(PLANCHE 4)

Nos lecteurs se rappellent sans doute avoir vu, dans le vol. VII de ce Recueil, le dessin et la description d'une belle et grande machine radiale, à percer, très-bien construite, par M. Calla, sur le modèle-type de M. Whilworth, et qui consiste en un bâti vertical muni sur l'une de ses faces de glissières à queue d'hironde, permettant le déplacement, au moyen d'un pignon et d'une crémaillère, d'une sorte de chariot qui porte en haut et en bas des paliers destinés à recevoir les tourillons du bras radial, de telle sorte que celui-ci peut décrire un demi-cercle, et l'outil perceur s'arrêter et travailler dans les diverses positions correspondantes aux divers angles que l'on peut donner aux bras, tout en pouvant se déplacer dans toute sa longueur.

Ce système de machine radiale, quoique déjà ancien, est resté l'un des meilleurs types pour les machines de grande puissance et de grande portée; mais pour celles de moyennes et de petites dimensions, divers constructeurs anglais, allemands et français, ainsi que nous avons pu le reconnaître à la dernière Exposition universelle de Londres, se sont appliqués à modifier ce système par diverses combinaisons ingénieuses, ayant pour but de grouper toutes les pièces sous un moindre volume,

de rendre le fonctionnement de la mèche complétement automatique dans toutes les positions, et aussi de faciliter le service des pièces à percer par leur assujettissement sur des tables mobiles rapportées sur les bâtis et munies de bancs rainés sur plusieurs faces.

Nous nous proposons de donner le dessin de celles de ces machines à percer qui offrent les dispositions les plus heureuses, telles que les radiales de MM. Fairbairn et Ce, de Leeds; de M. Hulse, de Manchester; et de M. Hartmann, de Chemnitz.

Nous allons commencer par cette dernière, qui nous a paru tout particulièrement intéressante. Ainsi, dans cette machine, outre que tous les mouvements de l'outil sont produits automatiquement, l'arbre qui le porte est guidé dans des coussinets que l'on peut serrer à volonté, de manière à regagner le jeu provenant de l'usure. L'assemblage du foret avec la tête de cet arbre porte-outil présente aussi l'avantage d'offrir une grande solidité et un parfait centrage, en même temps que la tête de cet outil et la douille dans laquelle elle est engagée restent parfaitement intactes, contrairement à ce qui arrive dans la plupart des machines de ce genre, après peu de temps de fonctionnement.

Le bras radial, relié très-solidement à la colonne du bâti principal, présente une grande stabilité, quoique pouvant tourner très-facilement lorsque les vis d'arrêt sont desserrées. Le plateau, destiné à recevoir les pièces à percer, maintenues par des boulons engagés dans des rainures pratiquées dessus et latéralement, se manœuvre avec une extrême facilité à l'aide d'un petit volant à main qui, par l'intermédiaire d'une roue hélicoïde et d'une vis sans fin, agit sur un pignon engrenant avec une crémaillère taillée dans le bâti vertical.

Enfin cette machine porte sa poulie fixe et son débrayage, de manière qu'il n'est pas utile d'installer une transmission intermédiaire ni un débrayage séparé, comme cela est souvent nécessaire dans les autres outils de ce genre.

M. Hartmann construit aussi un très-bon modèle de machine à percer appliquée sur colonne, que nous avons également représentée pl. 4, et qui, bien que ne présentant pas le même degré de précision que les perceuses complètes à bâti fixe, peut cependant rendre d'excellents services dans les ateliers de construction, et être utilisée, par suite de la facilité avec laquelle on peut la transporter et la placer à toute hauteur, au perçage de certaines pièces, que leurs grandes dimensions ne permettent d'installer au-dessous du bras radial qu'avec la plus grande difficulté.

Dans cette machine, comme du reste dans toutes celles du même genre, exécutées par ce constructeur, la descente graduelle de l'outil, pour mordre le métal, s'effectue au moyen d'une crémaillère et d'un pignon; par ce mode de transmission, le foret pénètre moins, et l'on parvient plus facilement à le dégager à la main en cas de soufflure.

DESCRIPTION DE LA PERCEUSE RADIALE A PLATEAU,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 6 DE LA PL. 4.

La fig. 1 est une projection verticale en élévation de cette machine à percer, vue latéralement, partie en section, pour montrer la transmission de mouvement de l'arbre porte-foret.

La fig. 2 en est une vue de face extérieure.

La fig. 3 un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 4 est une section verticale du porte-outil, faite transversalement par l'axe de son support et du bras radial.

Les fig. 5 et 6 sont deux sections horizontales du porte-outil, l'une faite à la hauteur de la ligne 1-2, et l'autre suivant la ligne 3-4.

Toutes ces figures sont dessinées à la même échelle, au 1/15e de l'exécution.

Bati et table rainée. — Nous devons dire tout d'abord que cette machine est d'une exécution parfaite; son bâti creux en fonte A est une pièce remarquable de moulage qui, fondue avec son patin A′, est fixée par quatre boulons à écrous *a* sur un massif en maçonnerie affleurant le sol de l'atelier.

La partie ronde formant colonne présente sur le devant une partie plate dressée sur ses deux bords *a′*, et taillée à queue d'hironde pour recevoir les coulisseaux de forme correspondante de la table B; celle-ci est fondue dessus et sur l'un de ses côtés, avec des rainures dans lesquelles on engage des boulons à tête carrée qui permettent de fixer très-facilement la pièce à percer, suivant sa forme, sur l'une ou l'autre de deux faces rainées.

Suivant le plus ou moins de hauteur des pièces à soumettre à l'action de l'outil (sur la fig. 1 on a supposé un couvercle de cylindre à vapeur dont on perce les trous pour le passage des boulons d'attache), on abaisse ou on élève facultativement la table B qui les porte, au moyen du pignon droit à forte denture B′ (fig. 2), engrenant avec une crémaillère *b* ménagée de fonte au bâti, et formée, à cet effet, d'ouvertures rectangulaires également espacées sur la face de la colonne.

Ce pignon est commandé à la main par l'intermédiaire de la roue hélicoïdale *b′* fixée sur son axe, et engrenant avec la vis sans fin *c*, que l'on fait tourner à l'aide du petit volant C.

Bras radial. — La partie supérieure de la colonne, sur une hauteur de 0m 625, est d'un plus petit diamètre que le corps afin de présenter un rebord circulaire, sur lequel vient reposer la douille D′ fondue avec le bras radial D. Cette douille a intérieurement, haut et bas, des portées alésées à un diamètre bien exactement semblable à celui de deux cordons correspondants ménagés en saillie à la tête de la colonne, de façon

à assurer le contact des deux pièces, et par suite que la douille puisse tourner bien rond et à frottement doux sur la colonne.

Afin d'arrêter le bras dans la position où il est nécessaire de le maintenir pour faire fonctionner l'outil, la douille D′ est munie des deux vis *d* (fig. 1) que l'on serre sur la tête de la colonne, qui, à cet effet, est pourvue sur sa demi-circonférence, en regard de ces vis, d'une plaque d'acier *d′* sur laquelle s'opère le serrage.

Porte-outil. — Le bras radial D est évidé intérieurement pour loger la vis *e*, et ses bords longitudinaux sont taillés à queue d'hironde afin de recevoir et laisser glisser le chariot E, sur lequel sont montées toutes les pièces qui forment l'ensemble du porte-outil. La vis *e* traverse l'écrou en bronze *e′* (fig. 4) fixé au chariot, et elle porte, en dehors du bras, le volant à manette E′, à l'aide duquel on la fait tourner à droite ou à gauche, de façon à rapprocher ou éloigner à volonté, suivant les besoins, le chariot de la colonne.

Ce chariot est fondu avec deux bras ou poupées dans lesquelles tourne la douille F de l'arbre porte-outil F′. Cette douille est, dans cette machine, une des pièces importantes qui demande à être exécutée avec une grande précision; elle est fondue avec deux pignons *f* et *f′*; l'un, le supérieur est conique et reçoit un mouvement de rotation rapide qu'il communique à l'outil; l'autre est droit et chargé, comme nous le verrons, de transmettre au foret un mouvement lent descensionnel pour le faire pénétrer dans le métal.

Les deux extrémités de la douille sont tournées avec soin pour former collets, et s'ajuster bien exactement dans les deux poupées du chariot, et son centre est alésé pour livrer passage à l'arbre porte-outil F′ claveté avec elle; de plus, la partie inférieure de cette douille est conique intérieurement pour recevoir un coussinet en bronze, en deux pièces, de forme correspondante et auquel on laisse un certain jeu dans le sens de l'axe, afin de pouvoir le soulever en serrant l'écrou *g*, qui se visse dans la douille filetée à cet effet. Au moyen de cette disposition, si à la suite d'un long fonctionnement il se produit un peu de jeu dans l'assemblage, il suffit de resserrer l'écrou pour y remédier.

La partie supérieure du porte-outil est terminée par une tige sur laquelle est montée à frottement doux la crémaillière en fer G, qui engrène avec le petit pignon *g′* (fig. 4 et 6); l'axe horizontal de celui-ci porte, à l'une de ses extrémités, la roue à denture hélicoïde G′, qui engrène avec la vis sans fin *h*, au moyen de laquelle l'outil reçoit son mouvement vertical.

Transmission de mouvement. — Vers la partie inférieure, le bâti supporte un arbre horizontal sur lequel sont montées les poulies fixes et folles P et P′, ainsi que le cône à poulies étagées H, destiné à transmettre le mouvement qu'il reçoit du moteur de l'usine, directement par la poulie fixe P au cône supérieur H′.

Le mouvement est interrompu à volonté, en faisant passer la courroie sur la poulie folle P′, à l'aide de la fourchette I fixée à la tringle en fer plat I′, que l'ouvrier conducteur de la machine déplace dans le sens horizontal en agissant sur la poignée du levier à manette J.

L'axe du cône supérieur H′ traverse la colonne et porte à l'intérieur de celle-ci, comme on le voit fig. 1, un pignon d'angle *i*, qui engrène avec un pignon semblable *j* fixé sur l'arbre vertical J′, lequel, supporté par des collets en bronze ajustés au centre des travers *k* et *k′* fixés à la colonne, est muni, à sa partie supérieure, d'un second pignon d'angle *l* engrenant avec celui *l′*.

Ce dernier est fondu avec un long moyeu prisonnier dans un coussinet en bronze qui est ajusté dans le renflement *m*, venu de fonte à cet effet avec la douille du bras radial, de telle sorte que ce pignon *l′*, quelle que soit la position que le bras occupe autour de la colonne, reste toujours engrené avec celui *l*.

Pour éviter que la poussière pénètre à l'intérieur de la colonne et vienne s'accumuler sur la paire de roues d'angle *i*, *j*, dont le nettoyage serait assez difficile, le constructeur a eu le soin de recouvrir la colonne et par suite tout le mécanisme des quatre roues d'angle, par un chapeau en tôle M, qui épouse la forme des engrenages supérieurs.

Le pignon *l′* qui suit, comme nous venons de le voir, tous les mouvements du bras radial, est fixé sur l'arbre horizontal L, au moyen d'une longue clavette permettant à cet arbre de glisser avec le chariot E dans toute la longueur dudit bras ; il transmet le mouvement à la douille F du porte-outil au moyen du pignon d'angle *m′*, qui engrène avec la petite roue *f* fondue avec cette douille, comme il a été dit plus haut.

Nous avons dit aussi qu'avec cette douille était fondu le pignon droit *f′* destiné à communiquer à l'outil, en outre de ce premier mouvement circulaire continu dont il est animé, un second mouvement rectiligne et descensionnel. A cet effet, le pignon *f′* engrène avec celui *n*, auquel est fixé un bouton de manivelle qui, par la petite bielle N, actionne le cliquet *n′* engagé dans les dents de la petite roue *o* ; l'axe vertical N′ de celle-ci est muni à son sommet de la vis sans fin *h*, commandant par la roue G′ et le pignon *g′*, la crémaillère G montée sur l'arbre porte-outil.

Par cette combinaison, comme on voit, la descente automatique du foret est obtenue d'une façon assez simple. On le remonte rapidement à la main, après chaque trou percé, en agissant sur la poignée du petit volant O, fixé à l'extrémité inférieure de l'arbre N′.

Toutes les pièces de ce mécanisme font naturellement partie du chariot qui est fondu avec de petits bras *p* et *p′* pour supporter les axes des deux roues *n* et *o*.

DESCRIPTION DE LA PERCEUSE APPLIQUÉE SUR COLONNE,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 7 A 10.

La fig. 7 est une élévation latérale de cette machine.

La fig. 8 en est un plan vu en dessus.

La fig. 9 une section horizontale faite à la hauteur de l'axe des poulies motrices, suivant la ligne 1-2.

La fig. 10 montre en détail le mode d'assemblage de la tige porte-outil et de sa crémaillère.

La fig. 11 est une section de la tête du porte-outil assemblée avec son foret.

Cette machine, comme on voit, est sans bâti, la colonne en fonte A lui en tient lieu et reçoit, à cet effet, la pièce D fondue avec ses deux bras reliés par une forte membrane qui épouse la demi-circonférence de la colonne, de façon à s'y appuyer sur une assez grande hauteur et y être retenue solidement par les deux étriers D', dont les brides sont reliées par les boulons à écrous *d'*. Deux vis de serrage *d* sont encore ajoutées pour bien arrêter cette pièce principale, en évitant tout déplaçant de l'extrémité des bras autour de la colonne.

Dans l'espace compris entre les deux bras est monté l'arbre L, qui porte le cône H destiné à recevoir la courroie motrice sur l'une ou l'autre de ses poulies, suivant la vitesse de rotation qu'il est nécessaire de communiquer à l'outil, en raison de la dureté du métal ou du diamètre des trous à percer.

A l'extrémité de cet arbre est fixé le pignon *l*, qui engrène avec la roue d'angle *f*, clavetée sur la douille en fonte F. Celle-ci, comme dans la machine radiale, entraîne, au moyen d'une longue clavette, l'arbre porte-outil F' qui la traverse, et qui, à sa partie supérieure, est assemblé avec la crémaillère G commandée par le pignon *g'* ; l'axe de ce dernier porte la roue G engrenant avec la vis sans fin *h*.

Comme cette crémaillère ne doit pas tourner avec l'arbre F', mais seulement pouvoir le faire descendre et remonter dans sa douille, la réunion est obtenue, comme l'indique la fig. 10, au moyen d'un renflement à pivot et d'une bague en bronze retenue par une goupille.

Le mouvement est transmis à la vis sans fin *h* par son arbre N', dont l'extrémité inférieure est munie de la roue à denture hélicoïde *n'* commandée par la vis sans fin *n*, laquelle est fixée sur l'axe de la petite poulie O qui reçoit le mouvement de l'arbre moteur de la machine.

La roue *n'* est fondue avec un rochet O et montée folle au-dessus de la petite manivelle N, qui est fixée tout à fait à l'extrémité de l'arbre N, et munie d'un cliquet *o'* (fig. 7) maintenu engagé dans les dents du

rochet au moyen d'une vis à mentonnet que l'on manœuvre à l'aide de la poignée *r*.

Il résulte de ces dispositions que l'arbre N' de la vis sans fin *h*, qui commande la crémaillère G par le pignon *g'*, se trouve entraîné, non pas directement par la roue hélicoïde *n'*, mais par l'intermédiaire du cliquet *o'* et de la manivelle N calée à son extrémité, de telle sorte que l'ouvrier peut, en dégageant le cliquet, faire descendre l'outil à la main ou le faire remonter rapidement sans entraîner la roue *n'*, dont les dents engagées dans les filets de la vis *n* présenteraient une résistance trop considérable à vaincre.

Dans cette machine, comme dans la précédente, le foret T est réuni à son arbre F' au moyen d'une tête conique (voyez les détails fig. 11) qui pénètre dans un trou alésé de forme correspondante pratiqué dans un renflement ménagé à cet effet à l'extrémité de l'arbre porte-outil. Ce renflement est, en outre, fileté intérieurement pour recevoir l'écrou de serrage *t*, percé à son centre pour le passage du foret.

Par le fait de cette disposition très-simple, le foret, en même temps qu'il est maintenu très-solidement, se trouve parfaitement centré dans l'axe de l'arbre, ce qui donne pour avantage d'obtenir des trous creusés bien perpendiculaires aux surfaces, en même temps que les forets ne peuvent ni se fausser ni se détériorer, et restent par suite en bon état de service jusqu'à ce qu'ils soient complétement usés.

PRESSES HYDRAULIQUES

APPAREILS STERHYDRAULIQUES

SUBSTITUÉS AUX POMPES D'INJECTION

Par MM. DESGOFFE ET OLLIVIER, ingénieurs à Paris

(PLANCHE 5)

Nous avons eu l'occasion de voir fonctionner, il y a quelque temps, chez MM. Bertrand, Kauleck et Bazy, constructeurs-mécaniciens à Paris, une presse hydraulique d'un système nouveau très-ingénieux et d'une très-grande simplicité, qui nous paraît susceptible de nombreuses et heureuses applications.

On sait que, jusqu'à présent, la presse dite de *Pascal*, auquel l'invention du cuir embouti de *Bramah* a permis de donner une si grande extension (1), fonctionne au moyen d'une pompe d'injection qui, aspirant l'eau d'un réservoir ou d'une bâche *ad hoc*, la refoule dans le corps de presse et fait avancer le piston graduellement par une succession de coups répétés, au moyen de clapets qui laissent pénétrer le liquide dans le cylindre sous l'action du refoulement, mais qui se referment lors de l'aspiration.

Or, ce qui exige dans les presses hydrauliques le plus de soin de construction, de coût d'établissement, d'entretien et de réparation, ce sont les cuirs et les clapets en bronze de ces pompes d'injection, et c'est justement ces auxiliaires que MM. Desgoffe et Ollivier sont arrivés à supprimer au moyen de leurs appareils sterhydrauliques.

(1) Les presses hydrauliques employées tout d'abord à l'extraction de l'huile, à la fabrication du sucre, de la stéarine, à l'étirage des tuyaux de plomb, à la compression des fourrages, au satinage des papiers, etc., dont nous avons donné des exemples dans les précédents volumes de ce Recueil, reçoivent maintenant de nouvelles applications pour l'estampage et l'emboutissage des métaux, le calage et le décalage des roues de wagons, l'agglomération des combustibles, les essais des matériaux de construction, des appareils de levage, etc.

Dans ces nouveaux appareils, au lieu que l'avancement du piston dans le corps de presse, et par suite la compression, soit produit par le refoulement d'un liquide, c'est par l'introduction forcée d'un corps solide dans le récipient de la presse, qu'est obtenu le déplacement de la veine fluide produisant le mouvement du piston.

Ce corps solide est une simple corde dont la matière peut varier suivant les divers cas; la corde en boyau est d'un très-bon emploi, sa malléabilité permettant de l'enrouler facilement, et, par sa nature même, peut résister à des efforts de traction et de compression; de plus, elle se conserve parfaitement dans l'huile. Or, cette corde à boyau passe d'une poulie ou bobine extérieure à travers un presse-étoupe sur une seconde poulie placée à l'intérieur d'un récipient contenant le liquide, qui est ordinairement de l'huile, et en communication directe avec le corps de la presse hydraulique qui renferme le piston. En outre, les axes de ces poulies sont garnis de manivelles qui permettent à l'opérateur de les faire tourner librement.

Par ce simple exposé, on se rend aisément compte que, si l'on enroule la corde de la première poulie extérieure sur celle logée dans l'intérieur du récipient rempli d'huile, en communication avec le corps de presse occupé par le piston, le volume de cette corde s'accroissant avec le nombre de tours, fait nécessairement déplacer l'huile, ce qui, par conséquent, force le piston à se mouvoir, très-lentement à la vérité, mais par cela même en exerçant une pression graduelle, absente des chocs qui se produisent avec les pompes, et qui peut être, comme avec celles-ci, très-considérable, et cela en dépensant proportionnellement peu de puissance, laquelle est, du reste, facile à apprécier, puisqu'elle résulte du rapport de la section de la corde avec celle du piston de la presse.

On se rendra mieux compte des dispositions toutes spéciales de ces nouveaux appareils en examinant les fig. 1 à 5 de la pl. 5, qui représente une presse simple d'un petit modèle, et une pompe double qui peut être utilisée pour faire fonctionner une presse hydraulique quelconque du système ordinaire.

DESCRIPTION DE LA PRESSE STERHYDRAULIQUE.

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2 PL. 5.

La petite presse horizontale représentée en section verticale fig. 1 et en section horizontale fig. 2, est calculée pour exercer une pression qui peut s'élever à 50,000 kilogrammes; elle a été construite pour le Conservatoire impérial des Arts-et-Métiers, en vue d'expériences sur la résistance des matériaux que poursuit le savant professeur de mécanique, M. Tresca, sous-directeur de cet établissement.

Cette presse peut être considérée comme le spécimen le plus simple réalisant l'application du nouveau système. On voit qu'elle se compose du gros cylindre en fonte A, dans lequel peut se mouvoir comme d'ordinaire le piston plein B, dont le joint est obtenu au moyen du cuir embouti *a*. A ce cylindre est relié, par quatre fortes colonnes en fer C, le sommier D entre lequel et la table du piston se placent les matières que l'on veut soumettre à la pression.

Avec le fond du cylindre A est fondu le récipient circulaire A′, dont le centre est muni de deux ouvertures pour le passage de l'arbre en fer *e* sur lequel est fixée la poulie à joues E.

Cette poulie est exécutée en deux pièces pour rendre possible son introduction par l'ouverture du piston, à l'intérieur du récipient; lequel, d'un autre côté, on a tenu à faire venir de fonte avec le cylindre, afin qu'il n'y ait pas de joints; car dans ces sortes d'appareils soumis à des pressions excessives, il faut les éviter à tout prix. Aussi, pour qu'il n'y ait pas de fuite, les deux presse-étoupe *a′*, qui laissent passer l'axe *e* de la bobine E, sont pourvus, comme on peut le voir fig. 2, en outre d'une garniture de chanvre, de deux cuirs emboutis.

Un autre presse-étoupe *b* est encore ménagé vers le fond du récipient pour le passage de la corde à boyau *c*, qui, de la bobine intérieure, se rend sur celle extérieure F et réciproquement. Afin de faciliter le mouvement et empêcher autant que possible le frottement de cette corde sur le métal, les extrémités de cette boîte sont évasées; de plus, la bague en bronze formant généralement le fond des presse-étoupe est remplacée par une bague en cuir embouti de même forme.

Par ce dispositif, on a pu parer aux inconvénients qui paraissent devoir résulter du changement de direction que prend la corde au fur et à mesure de son enroulement sur la bobine.

On pouvait craindre cependant que l'étanchéité de ce presse-étoupe laissât à désirer après un certain temps de service, mais le fonctionnement prolongé de l'appareil a permis de constater qu'il n'en était rien; on a reconnu que la corde, entrant dans le récipient avec une assez grande vitesse relative et dans le sens opposé au mouvement du liquide, entraînait les petites quantités que la pression intérieure tend à faire échapper.

Comme il se produit un petit écoulement à l'entrée du presse-étoupe, provenant, non d'une fuite, mais de l'essorage de la corde, qui, à sa sortie du récipient, est enduite d'une mince couche d'huile, on a placé en dessous un petit godet en fer blanc *f*, qui est destiné à recevoir ce liquide.

On remarque que la bobine extérieure F, dont l'axe *g* est porté par le support à deux branches G, est d'un diamètre un peu plus grand que la bobine intérieure E, de telle sorte que la vitesse de sortie de la corde, lorsqu'on agit à l'aide de la manivelle M sur l'axe *g*, est plus grande, afin

que le recul du piston, sous l'effort de la pression atmosphérique, si le serrage du cuir embouti le permet ou à l'aide d'un contre-poids, comme on le produit ordinairement dans les fortes presses, puisse s'opérer plus rapidement que son avancement, lequel est produit, comme on l'a vu, lorsque, contrairement, on fait passer la corde de la bobine F sur celle E, en montant la manivelle M sur le carré de l'arbre *e* de cette dernière bobine.

Il est bien entendu qu'au lieu d'une manivelle, on pourrait donner le mouvement nécessaire à l'enroulement de la corde, alternativement sur l'une et l'autre des bobines E et F, au moyen de poulies et de courroies actionnées par un moteur quelconque; mais ici, pour cette petite presse, le mouvement à la main est d'autant plus utile qu'elle est destinée, comme nous l'avons dit, à l'essai de matériaux de construction, et que, dans ce cas, l'opérateur doit pouvoir agir lentement, d'une façon continue, afin de ne pas briser la matière sous un choc.

Pour reconnaître à quel degré de pression la rupture a lieu, on a pourvu le récipient d'un manomètre *m*, monté sur une bride du robinet à deux eaux H, lequel est fondu avec un petit godet qui permet l'introduction de l'huile nécessaire au fonctionnement de l'appareil.

Une presse du système que nous venons de décrire fonctionne depuis près d'une année, sans qu'on ait eu ni à remplacer la corde à boyau, ni à changer la garniture de son presse-étoupe.

En conjuguant deux presses semblables à ce modèle, c'est-à-dire en les plaçant bout à bout inversement, de façon que la bobine extérieure de l'une tienne lieu de la bobine intérieure de l'autre, on aurait ainsi deux presses qui seraient alternativement en pression.

A ce premier dispositif, MM. Desgoffe et Ollivier substituent le suivant qui n'est pas une presse proprement dite, mais bien une sorte de pompe d'injection qu'ils proposent d'appliquer, lorsque le volume du liquide à déplacer pour obtenir la marche du piston devient un peu considérable.

DESCRIPTION DE LA POMPE STERHYDRAULIQUE,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 3 A 5 DE LA PL. 5.

La fig. 3 est une élévation de cet appareil, partie vue en coupe et partie extérieurement.

Les fig. 4 et 5 en sont deux sections transversales, l'une faite suivant la ligne 1-2, et l'autre par la ligne 3-4.

L'inspection de ces figures fait reconnaître l'analogie qui existe entre cette pompe et l'appareil-annexe de la presse qui vient d'être décrite; seulement ici, au lieu d'un seul récipient, il y en a deux A A′ montés sur une même bâche B, et reliés par une boîte en fonte C munie de deux clapets de refoulement *d*.

Les deux récipients contiennent chacun une bobine E et un presse-étoupe *b* pour le passage de la corde, que l'on fait s'enrouler et se dérouler alternativement d'une bobine sur l'autre, de telle sorte que, par son introduction, elle produit la pression dans l'un des récipients, pendant qu'en se retirant elle fait le vide dans l'autre.

Quand le refoulement du liquide se produit d'un côté, le clapet correspondant *d* se soulève pour lui livrer passage, et se rendre par le tuyau T dans le corps de presse.

Pendant ce temps, il se produit un vide dans le récipient voisin; sa soupape de refoulement *d* reste naturellement appliquée sur son siége, tandis que la soupape inférieure d'aspiration *s*, fermant l'orifice du tube plongeur D, et s'ouvrant du dehors au dedans, permet à l'huile contenue dans la bâche de remplacer dans ce récipient la quantité d'huile correspondante au volume de la corde déplacée.

Les récipients et leurs soupapes constituent ainsi deux pompes foulantes à simple effet travaillant alternativement, mais dont les pistons plongeurs fournissent une course qui n'est limitée que par les dimensions des bobines sur lesquelles s'enroule la corde à boyau *c*.

Au-dessus de la boite des clapets de refoulement sont vissés deux bouchons *d'*, servant à la fois à limiter la course desdits clapets et à fermer les ouvertures qui servent à les introduire et à les visiter. Cette boîte est encore munie d'un robinet *r* et d'un bouchon conique à vis *r'*, qui servent, quand la presse a produit son action, à faire revenir le liquide dans la bâche par le tuyau T' (fig. 5). Dans ce cas, on ferme le bouchon *r'*, et on ouvre le robinet *r*. L'inverse doit avoir lieu naturellement quand on établit la pression.

Les bobines sont formées de joues à ailettes rapportées avec des segments sur le moyeu, afin de pouvoir les introduire par l'ouverture ménagée à la partie inférieure de chaque récipient. Pour les monter, on introduit d'abord le moyeu, on le place sur l'arbre *e*, et on y attache, au moyen de vis, chacun des segments.

La poulie étant montée, on ferme l'ouverture par le renflement cylindrique D', fondu avec le tuyau d'aspiration D et avec un empâtement qui sert à le fixer solidement par les vis à écrou *v* au récipient; l'herméticité du joint est assurée par le cuir embouti *a*, que les constructeurs ont eu le soin d'ajouter à l'intérieur de la tubulure.

Enfin, deux soupapes de sureté *s'*, maintenues fermées par les leviers L, garnis des contre-poids P, complètent les organes de cette nouvelle pompe.

Le mouvement de rotation alternatif des bobines s'obtient en alternant le sens, soit par des hommes qui tournent un certain nombre de tours dans un sens puis dans l'autre, soit par des poulies dont un système de débrayage renverse périodiquement le mouvement.

On a objecté que dans cette dernière application, où les auteurs se

sont trouvés dans la nécessité d'employer des clapets. Ils arrivaient par cela même à supprimer l'un des avantages les plus appréciés du système. A cela, ils répondent que, en outre que les fuites du petit piston n'existent plus, par suite de la suppression des coups de bélier et de l'accélération due à la transformation du mouvement, les clapets sont employés ici dans des conditions infiniment meilleures que dans les presses hydrauliques en usage.

En effet, lorsque sur une pompe sterhydraulique, avec une corde de 1 centimètre de diamètre et 50 mètres de longueur, par exemple, on aura produit l'enroulement, chacun des clapets se sera soulevé et fermé une fois, tandis qu'avec les pompes d'injection ordinaire, pour introduire le même volume, en employant la même force et un piston de 0m01 avec 0m10 de course, il aura fallu 500 manœuvres nécessitant 500 fois le soulèvement et la fermeture des clapets.

On voit dans quel rapport pourra être l'usure des clapets avec celle de la pompe du nouveau système, et par suite la diminution énorme des fuites dues à leur emploi.

PUISSANCE DES APPAREILS STERHYDRAULIQUES.

La puissance de ces appareils et l'effort nécessaire pour les faire fonctionner peuvent se déterminer d'une façon tout aussi simple que celles des presses hydrauliques en usage.

Ainsi, prenons pour exemple la petite presse représentée fig. 1 et 2, dont le piston renfermé dans le corps de presse a 0m16 de diamètre, et la course totale 0m12. La section s de ce piston est :

$$s = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1416 \times 0.16^2}{4} = 0^{m.q}\,0201 = 201^{c.q}$$

par suite le volume v qu'il est susceptible d'engendrer, en parcourant sa course entière est :

$$v = 201 \times 12 = 2612 \text{ centimètres cubes.}$$

Le diamètre D de la bobine renfermée dans le récipient est de 0m10, et celui d' de la corde à boyau qui vient l'envelopper de 0m008, ou 8 millimètres.

On a, d'une part, pour la circonférence C de la poulie :

$$C = \pi D = 3,1416 \times 0^m10 = 0^m\,3141 = 31^c41,$$

et, d'autre part, pour la section s' de la corde :

$$s' = \frac{\pi d'^2}{4} = \frac{3,1416 \times 0^{c.}8^2}{4} = 0^{c.q.}50.$$

Par conséquent, pour un tour entier donné à la manivelle, la corde est entrée dans le cylindre ou corps de presse d'une quantité :

$$v' = 31,41 \times 0^{c.q.}50 = 15^{c.c.}70.$$

Or, puisque le volume total v engendré par le piston, avec la course de $0^{m}12$, est égal à $2612^{c.c.}$, on voit qu'il faudra faire :

$$2612 : 15,70 = 166 \text{ révolutions entières}$$

pour que le piston parcoure toute sa course, en admettant toutefois que la corde ne s'enveloppe, à chaque tour, que d'une même quantité, c'est-à-dire qu'elle ne vienne pas se couvrir. Le nombre sera évidemment moindre si elle s'enroule sur elle-même, puisqu'alors le diamètre de la poulie est augmenté pour chaque tour supposé de celui de la corde, ce qui a nécessairement lieu en pratique.

D'un autre côté, comme la section du piston est égale à $201^{c.q.}$, on trouve qu'il s'avance de

$$15,70 : 201 = 0^{c}078.$$

ou moins de 8/10 de millimètre par chaque révolution.

Maintenant, admettons que le rayon de la manivelle qui fait tourner la bobine soit de $0^{m}35$, ou sept fois celui de cette dernière, et que l'effort de l'homme chargé de la manœuvrer, soit d'abord de 10 kilog., puis successivement de 20 et de 30 kilog., il est évident que cet effort est septuple sur la circonférence de la bobine, et par suite sur la corde qui vient l'envelopper.

C'est-à-dire qu'il sera de 70, 140 et 210 kilogrammes.

Et comme le rapport entre la surface du piston presseur et la section de cette corde est de 201 à 0,50 ou 402, on trouve que la pression effective transmise par ce piston peut, en définitive, s'élever théoriquement à

$$70 \times 402 = 28140 \text{ kilogrammes.}$$
$$140 \times 402 = 56280 \quad »$$
$$210 \times 402 = 84420 \quad »$$

Ainsi, on voit qu'avec une faible dépense de force, on peut obtenir par un tel système, comme avec la presse hydraulique connue, des pressions très-considérables.

Nous avons fait observer que le diamètre de la bobine augmente, par suite, le rapport qui existe entre le rayon de celle-ci, et celui de la manivelle motrice diminue, ce qui ramène le calcul à l'effort maximum de 50,000 kilogrammes, pour lequel cette presse a été établie.

On sait que généralement on estime la puissance de l'homme appliquée à une manivelle, équivalente à 6 kilogrammètres en moyenne par

seconde, lorsqu'il travaille d'une manière continue pendant plusieurs heures; ce que l'on peut exprimer par un poids de 10 kilogrammes, élevé en une seconde à une hauteur verticale de 0m60. Soit alors pour la vitesse transmise à l'axe,

$$\frac{0.60 \times 60}{0.35 \times 3.14} = 33 \text{ tours } 66$$

par minute avec la manivelle de 0m35 de rayon.

Mais on sait aussi que la force qu'il est susceptible de déployer, quand il n'opère que pendant quelques minutes, peut être beaucoup plus grande; il n'est donc pas surprenant de supposer qu'il est capable d'exercer dans l'application qui nous occupe, un effort de 25 à 30 kilogrammes et plus sur la soie ou la circonférence de la manivelle, d'autant plus que la vitesse est alors notablement réduite.

En divisant le temps de l'opération qui, comme on va le reconnaître, est de peu de durée, en quatre périodes égales, par exemple, si on admet que pendant la première, la vitesse soit de 30 tours par minute, puis que dans les suivantes elle ne soit plus que de 24, 18 et 12 tours, on aurait, en définitive, pour la vitesse moyenne

$$\frac{30 + 24 + 18 + 12}{4} = 21 \text{ révolutions par minute.}$$

Par suite, avec l'hypothèse précédente de 166 tours pour effectuer la course entière de 0m12, on reconnaît que le temps nécessaire à une pressée complète serait de

$$\frac{166}{21} = 7'\,90'' \text{ ou 8 minutes environ.}$$

On voit donc, en résumé, que ces nouvelles presses sterhydrauliques satisfont complétement aux conditions de marche et de fonctionnement des presses hydrauliques en usage, et de plus qu'elles présentent sur celles-ci, surtout pour les modèles de petites et de moyennes dimensions applicables à un grand nombre de petites industries, des avantages qui sont très-appréciables sous le double rapport d'une transmission de mouvement à la fois plus simple, au besoin plus rapide et toujours plus régulière, en même temps que le coût d'établissement et les frais d'entretien sont moins élevés.

PRESSE HYDRAULIQUE HORIZONTALE

CHAUFFÉE PAR LA VAPEUR

CONSTRUITE

Par la Société JOHN COCKERILL, à Seraing (Belgique)

(PLANCHE 5, FIG. 6 A 9)

Dans la fabrication des bougies stéariques et aussi pour l'extraction de l'huile, on fait usage, comme on sait, de presses hydrauliques horizontales dans lesquelles les matières à presser, renfermées dans des sacs en étendelles, sont soumises à l'action énergique du piston, entre deux plaques chaudes en fonte. Déjà, dans les vol. II et X de ce Recueil, nous avons donné les dessins de deux presses de ce genre, l'une pour la stéarine, l'autre pour une huilerie, toutes deux ayant leurs parois latérales chauffées à la vapeur.

Ce chauffage, qui est d'un très-bon effet, n'est pourtant pas suffisant, surtout pour la stéarine, et l'on est, en outre, obligé, pour obtenir une action plus énergique, de chauffer les plaques qui séparent entre eux les gâteaux d'acide gras enveloppés de serge et renfermés dans l'étendelle en tissu de crin épais; on chauffe ordinairement ces plaques soit en les plongeant à chaque opération dans une caisse d'eau bouillante, soit en les laissant séjourner quelque temps à l'intérieur d'une chambre dans laquelle on fait arriver de la vapeur.

Dans quelques usines on chauffe toutes les plaques et les parois de la presse au moyen de deux tubes latéraux qui règnent sur toute sa longueur, et distribuent par de petits trous la vapeur d'un bout à l'autre; on fait cette injection après avoir couvert la caisse où la pressée est produite avec des plaques, et quelques instants avant de charger la presse.

Enfin, tout en évitant l'embarras de retirer les plaques de l'intérieur de la caisse, on est arrivé à les chauffer d'une façon à la fois plus simple et plus complète en les faisant creuses, et à compartiments afin d'y laisser circuler la vapeur, laquelle est amenée dans toutes les plaques à la fois par des tubes articulés en communication avec une conduite principale.

Ces tubes sont reliés aux plaques par une sorte d'étui qui permet leur rapprochement à mesure que la pression les resserre.

Comme nous n'avons pas encore fait connaître ce système de chauffage des plaques, qui est du reste adopté depuis longtemps déjà dans les usines bien installées, nous allons en donner une description détaillée en nous aidant des fig. 6 à 10 de la pl. 5, qui représente une presse stéarine d'une grande puissance (600,000 à 700,000 kilogrammes), très-bien construite par la société Cockerill qui possède l'important établissement de Seraing, en Belgique (1).

La fig. 6 montre cette presse en section longitudinale passant par l'axe du cylindre et de son piston.

La fig. 7 est une vue par bout du côté de l'arrière.

Ces deux figures sont dessinées à l'échelle de 1/30 de l'exécution.

La fig. 8 est une section transversale, à une échelle double des figures précédentes, de la caisse dans laquelle se placent les matières à presser et passant par l'une des plaques de pression.

La fig. 9 représente l'une de ces plaques, en section suivant son épaisseur.

La fig. 10 montre en détail, à l'échelle de 1/10, le mode d'assemblage des tubes articulés qui amènent la vapeur à l'intérieur des plaques.

Presse hydraulique. — Comme on le voit fig. 6, le corps de la presse consiste en un cylindre en fonte A, de 16 centimètres d'épaisseur, dans lequel se meut le piston B aussi en fonte, dont la tête est réunie par la tige en fer *a*, à la table C agissant contre les matières à presser.

Le plateau D, sur lequel réagit l'effort, est réuni au corps A par quatre colonnes ou tirants en fer forgé E, présentant, aux deux bouts, des bourrelets E′ formant épaulement; ces tirants se logent simplement dans des entailles semi-circulaires, ménagées soit dans le plateau D, soit dans le renflement rectangulaire formant la tête de la presse; de fortes nervures *d* ceignent non-seulement le plateau, mais sont distribuées sur toute sa surface, qu'elles fortifient et roidissent surtout aux angles; de cette sorte, la pression entière se décompose en quatre parties égales agissant à l'endroit des entailles qui reçoivent les tirants.

Ces derniers sont retenus au moyen des deux pièces de couverture C′ formant encadrement et socle, et simplement boulonnées de part et d'autre du plateau D et de la tête du piston de la presse. Ces pièces n'ont aucun effort à supporter, elles maintiennent seulement les tirants dans leurs entailles respectives et permettent, par leur démontage facile, de les enlever et de les remettre en place avec promptitude si la ma-

(1) Nous empruntons le dessin et la description de cette presse au *Portefeuille de John Cockerill*, qui comprend la *description des machines construites dans les établissements de Seraing depuis leur fondation jusqu'à ce jour*. (Librairie Noblet et Baudry, à Paris.)

nœuvre l'exige. Un ajustement au moyen de clavettes eût présenté moins de sûreté que celui qui vient d'être décrit, et qui convient surtout pour de très-fortes pressions; une mortaise pratiquée dans le tirant exigeait une augmentation du diamètre de la partie percée, et les clavettes, quelle que soit leur force, sont sujettes à se gauchir, et peuvent entamer et fendre les surfaces contre lesquelles elles agissent bien plus tôt que l'épaulement circulaire, qui distribue mieux l'effort.

Les matières à presser sont disposées dans une sorte de bâche en fonte en plusieurs pièces, formée de deux joues ou flasques F et F′ (fig. 8). Le fond G, dans lequel tombent les acides extraits et la vapeur condensée, est formé par la réunion de deux plans qui sont inclinés l'un vers l'autre; à l'arête d'intersection de ces plans sont branchés deux tuyaux *g* et *g′*, par lesquels s'écoulent les produits de l'opération.

Les deux parties verticales ou rebords de ce fond sont boulonnées aux parois F et F′ qui, constituant la bâche, sont d'une forte épaisseur et munies en dessus d'un rebord en retour d'équerre (fig. 8) bien dressé, formant comme une sorte de voie sur laquelle roulent les deux galets H, calés sur un arbre transversal engagé dans une douille venue de fonte avec la tête du piston. Le poids de ce dernier est donc, en partie, supporté par cette espèce de chariot, et la partie inférieure de la garniture, sur laquelle s'exerce particulièrement le frottement dû à ce poids, en est d'autant moins fatiguée et usée.

Deux colonnes en fonte I, recevant la poulie à gorge N, sont établies sur la tête de presse. Elles servent de supports au contre-poids X formé par la réunion de plaques circulaires en fonte, et relié au piston de la presse par une chaîne O passant sur la poulie de renvoi *o*. Ce contre-poids permet de ramener avec facilité le piston de la presse arrivé au bout de sa course. Le piston étant très-lourd et son frottement dans les anneaux en cuir de garniture fort considérable, il faudrait, sans cette disposition un assez grand déploiement d'effort pour le rentrer dans le corps de la presse.

Vingt-six plaques P, à double paroi en fer, destinées à chauffer les tourteaux, sont distribuées à intervalles égaux, suivant toute la longueur de la bâche; un jeu de 10 millimètres est ménagé transversalement, de part et d'autre, entre ses parois verticales, et les côtés des plaques, dont les deux fonds sont en tôle bien rivées à des bandes d'épaisseur *p* et *p′* (fig. 8 et 9) en fer forgé, forment cadre, de telle façon qu'il existe entre eux un espace libre de 0,018 de profondeur.

Cet espace est partagé en cinq cellules à zones verticales par des cloisons intérieures P′, aussi en fer forgé et rivées, ayant toutes communication entre elles, mais chacune à chacune par les extrémités opposées, de manière à obtenir des courants de vapeur contrariés, c'est-à-dire alternativement dirigés de bas en haut et réciproquement.

Les pains ou gâteaux d'acide sont placés dans la bâche entre deux

plaques consécutives dans des étendelles en crin, comme on le voit fig. 6; l'espace qui sépare les premières est moyennement de 0m080.

A leur partie supérieure est rivée une bande en fer *p'*, de 662 millimètres de largeur, faisant saillie sur les deux côtés verticaux de la bâche, pour reposer sur les bords en retour d'équerre qui servent, comme on l'a vu, de table et de guide, et supportent le poids assez considérable des appareils chauffeurs.

On conçoit que ceux-ci doivent présenter des dimensions très-fortes, puisqu'ils sont aussi soumis à l'énorme pression développée qui les aurait bientôt déformés et écrasés, si les cloisons verticales qui les divisent en plusieurs canaux ou compartiments n'assuraient à chacun des fonds une force de résistance supérieure encore à cet effort.

Tubes articulés. — La distribution de vapeur dans ces appareils ne peut s'opérer au moyen de conduits à joints rigides, puisque à mesure que l'opération avance et que la pression s'élève, les matières qui y sont soumises diminuent de volume, et que vers la fin il n'y a plus qu'une partie assez faible de la longueur de la bâche occupée par celles-ci, les plaques ayant marché en avant et glissé sur les deux rebords ou tables d'assise. Les tuyaux distributeurs doivent donc être articulés, leurs joints restant bien étanches, et il faut que chacun d'eux suive la plaque dont il est solidaire dans son déplacement horizontal.

A cet effet un tuyau de conduite K, en laiton, est disposé au-dessus de la bâche et est supporté, d'une part, par la colonnette en fonte J, et de l'autre I, par une console boulonnée aux piliers I'. La vapeur y débouche par les deux extrémités qui sont assemblées avec le tuyau d'arrivée en cuivre rouge H.

Avec la conduite K sont venues de fonte vingt-six petites boîtes à étoupes *k* (fig. 10), munies d'un chapeau à vis de serrage, et dans lesquelles s'engagent, en pareil nombre, les tuyaux coudés en fer L, d'un diamètre intérieur de deux centimètres. Chacun de ceux-ci pénètrent par leur extrémité inférieure dans une sorte de fourreau en laiton M', muni par le bas d'un petit robinet *l* et, en outre, d'une boîte à étoupe *m*, semblable à celle de la conduite de distribution générale.

Les fourreaux sont terminés par une partie conique formant coude à angle droit sous le robinet de fermeture, et s'engageant dans une tubulure fondue avec la plaque d'assise *n*, fortement boulonnée à la traverse de support de chaque plaque.

La partie conique du fourreau et la pièce *n* sont bien rodées l'une dans l'autre, et le joint est rendu étanche, et l'assemblage maintenu par une vis de pression *n'* agissant suivant l'axe de pénétration. Un trou foré dans la traverse et dans la tôle de couverture de chaque plaque, correspond avec le canal d'arrivée de vapeur.

Lorsque les plaques chauffeuses, poussées par le piston de la presse, marchent en avant, les tuyaux L oscillent dans les boîtes à étoupe *k*,

formant articulation, et se rapprochent de la perpendiculaire, ainsi que les fourreaux M. La distance qui sépare les articulations *k* et *n*, diminue alors par suite de ce mouvement de transport, puisque la table d'assise est parallèle à la conduite K ; les fourreaux M se rapprochent de plus en plus de la verticale, et les tuyaux L y pénètrent plus profondément en glissant dans leurs boîtes à étoupe. Les robinets *l* permettent de suspendre l'arrivée de la vapeur dans une plaque qui viendrait à céder et qui cesserait d'être étanche.

Deuxième disposition. — La fig. 11 montre une disposition de tube articulé un peu différente de la précédente.

Dans cette dernière, le presse-étoupe du fourreau M′ est remplacé par un piston *r* qui, en glissant, permet l'allongement ou le raccourcissement du tube, tandis que sa double articulation est obtenue, en haut, sur le tuyau d'arrière de la vapeur K′, au moyen du presse-étoupe *k′*, comme dans la première disposition, et en bas, sur la plaque chauffée à l'aide de la pièce en bronze *n* qui y est fixée.

A cet effet, cette pièce est munie de deux tourillons sur lesquels s'ajustent à frottement doux les deux branches de la tubulure en bronze N qui, par un conduit percé dans son épaisseur, amène la vapeur à l'intérieur de la plaque, quelle que soit la position plus ou moins rapprochée qu'occupent entre les parois verticales de la presse les plateaux d'arrière ou d'avant.

BASSINS DE RADOUB

GRANDES FORMES SÈCHES ÉTABLIES AU PORT D'ALGER

Par M. HARDY, ingénieur des ponts et chaussées

PORTES D'ÉCLUSES ET MACHINES D'ÉPUISEMENT

APPLIQUÉES A CES FORMES

Et exécutées par MM. NILLUS et fils, constructeurs au Havre

(PREMIER ARTICLE. — FORMES. — PLANCHE 6)

L'application des formes ou bassins de radoub, pour mettre à sec les carènes des navires à réparer, s'est propagée, depuis plusieurs années, dans la plupart des ports maritimes.

On a proposé à ce sujet différents procédés qui ont été appliqués avec plus ou moins de succès et sur des échelles plus ou moins considérables, depuis les *cales* dites *de halage*, jusqu'aux grils et bassins flottants. Des inventeurs et des ingénieurs de mérite se sont occupés de la question, et ont imaginé des appareils, vraiment remarquables, qui sont devenus d'autant plus intéressants qu'ils peuvent s'établir sur des dimensions assez grandes pour recevoir les navires du plus fort tonnage.

Avec l'accroissement rapide du commerce maritime, a augmenté presque partout le volume des bâtiments, de sorte qu'il faut nécessairement que les bassins destinés à les assécher soient eux-mêmes construits dans de larges proportions. Aussi il n'est pas surprenant d'en voir, aujourd'hui, qui ont plus de 100 à 120 mètres de longueur, sur 24 à 25 mètres de largeur, et creusés à des profondeurs variables de 9 à 12 mètres et plus.

Quoique ce genre d'appareils paraisse sortir du cadre général que nous avons embrassé dans notre Recueil industriel, il nous a semblé qu'à cause des difficultés et des particularités qu'ils présentent dans l'exécution, il pouvait être d'un certain intérêt pour plusieurs de nos souscripteurs de connaître les moyens puissants que l'on emploie pour leur établissement.

D'ailleurs, il faut bien le dire, ce n'est pas seulement la construction des bassins et de leurs enceintes que l'on a à étudier dans les travaux de cette nature, mais ce sont aussi les accessoires tels que les portes d'écluse avec les engins qui servent à les manœuvrer, et en particulier les machines d'épuisement qui doivent être dans des dimensions en rapport avec celles des formes mêmes qu'elles sont appelées à desservir dans un temps nécessairement limité.

C'est surtout lorsqu'il s'agit d'établir de tels bassins en pleine mer, comme ceux du port d'Alger, que les difficultés d'exécution sont grandes; et les enceintes qu'il faut fonder pour les recevoir sont évidemment les parties les plus délicates sur lesquelles les ingénieurs et les constructeurs doivent apporter toute leur attention.

Nous devons dire que les procédés employés à ce sujet par M. Hardy, ingénieur des ponts et chaussées, pour la construction des deux grandes formes d'Alger, sont, sous ce rapport, très-remarquables, aussi nous avons cru devoir les décrire dans ce Recueil, en profitant pour cela des documents intéressants publiés tout récemment par l'auteur même dans les *Annales des ponts et chaussées*.

Mais auparavant, il nous paraît utile de donner quelques renseignements sur les divers systèmes employés pour assécher les navires, afin de mettre nos lecteurs au courant de cette importante question, et de mieux apprécier le travail relatif aux formes sèches d'Alger, et à leurs appareils d'épuisement.

Nous avons aussi recours, pour cette notice au mémoire qui vient d'être également imprimé dans les mêmes Annales, par M. V. Delacour, ingénieur de la marine, et chargé, comme directeur des travaux des messageries impériales, d'un projet de bassin flottant pour la rade de Bordeaux.

DES DIVERS PROCÉDÉS

USITÉS POUR ASSÉCHER LES BATIMENTS DE MER.

Cales de halage. — Il y a deux genres de cales de halage : celles à berceau roulant, telles qu'il en existait une autrefois à Bordeaux et dont une semblable fonctionne à la Ciotat, et celles à berceau glissant, dont les arsenaux ont fait usage pour tirer des vaisseaux à terre. Nous allons examiner leur mérite comparatif.

La pente des cales de halage est calculée de manière à mettre à la mer les navires qui y sont halés en les abandonnant à leur propre poids; une inclinaison trop faible empêcherait le lancement, une pente trop forte nécessiterait des retenues puissantes et compromettrait les opérations.

Le chariot de la Ciotat, comme celui de Bordeaux autrefois, roule sur des chemins de fer; extérieurement il est porté par des roulettes ayant 0m12 de diamètre; intérieurement il s'appuie sur des rouleaux sans axe, d'un diamètre

de 0m24. Dans ces conditions, l'inclinaison doit être de 5 pour 100 ou de 5 1/2 pour cent au plus; les navires ont même alors une tendance à descendre trop rapidement. La pente d'une cale à glissement est, comme celle d'une cale de condition ordinaire, de 7 à 7 1/2 pour 100.

Il résulte de ces chiffres que, pour avoir à l'extrémité du plan incliné la hauteur qui convient au tirant d'eau des bâtiments qui doivent y monter, il faut qu'il ait une longueur sous-marine plus considérable pour les cales à roulement que pour les autres, dans le rapport de 7 à 5.

En observant en outre que le chariot de roulement exige plus de hauteur que des coëtes ordinaires, ce qui augmente la longueur à donner au plan incliné, on trouve que le chemin à faire parcourir au navire pour le monter sur une cale de ce genre est beaucoup plus considérable, et précisément dans le rapport inverse des forces de traction.

Ainsi le travail, ou plus exactement la dépense de halage sur les deux genres de cale, est la même, et à ce point de vue elles ne diffèrent que par le moindre effort à exercer pour tirer les bâtiments, économie qui est exactement compensée par la longueur de l'opération.

Pour nous, dit M. Delacour, la vraie cale de halage, la plus rationnelle et la plus économique de construction, est celle à glissement.

La compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée en a fait établir une très-considérable à la Seyne; elle est combinée suivant les principes les meilleurs; la traction a lieu au moyen de presses hydrauliques agissant sur un tirant en fer composé de rondins de 0m20 de diamètre, assemblés par des manchons en fonte. Elle peut recevoir des navires de 15 à 2,000 tonneaux. Le coût pour ce poids est de 6 à 700,000 fr. La cale de halage de la Ciotat, qui est à roulement et prolongée à terre de manière à recevoir deux navires bout à bout, coûterait, tant en ce qui concerne les travaux hydrauliques que les appareils accessoires de tous genres, environ 250,000 francs; elle est appropriée à des navires jusqu'à 800 tonneaux de poids seulement.

Cette manière d'assécher les carènes est assurément en elle-même le procédé le plus économique; suivant M. Delacour, ce n'est pas néanmoins le moyen le meilleur pour l'entretien du matériel naval; il faut que les plans inclinés soient d'une régularité parfaite et presque impossible à obtenir d'une façon durable sous l'eau, pour que dans les halages les navires s'appuient également dans toute leur longueur et ne subissent pas de pressions irrégulières qui les déforment et les détériorent. Il faut, au reste, un grand calme, des eaux très-limpides et une absence complète de courants pour saisir les navires sur les berceaux préparés suivant le tracé de leurs formes. Ces opérations sont délicates, font perdre beaucoup de temps, ne peuvent pas s'effectuer régulièrement, et exigent des préparations assez longues; il en résulte que le nombre des bâtiments qui peuvent être asséchés avec cet instrument, dans une année, est très-petit et qu'il rend moins de services que les autres.

A Bordeaux, l'emploi de ces engins présente de grandes difficultés à cause des courants et du manque de limpidité des eaux. M. L. Arman, constructeur de navires dans cette ville, vient d'entreprendre d'y établir une cale particulière à ses frais. Elle est parallèle au lit de la rivière, et le halage se fait en travers. Cet arrangement présente des avantages évidents, puisque les navires qu'on devra échouer sur le berre ne seront pas exposés en travers du courant du fleuve,

mais se présenteront en long. Le travail sous-marin y est en principe beaucoup plus considérable que dans les cales ordinaires; le plan incliné doit avoir la longueur des navires au lieu d'une largeur seulement; ce qui donne à la surface pilotée ou bétonnée une étendue six fois plus grande au moins.

Bassins de radoub. — Les bassins de radoub, creusés dans le sol ou édifiés sur le fond de la mer, sont les instruments les meilleurs pour l'asséchement des carènes; les prix de revient sont très-variables suivant les situations dont on fait choix pour leur construction et suivant la nature du sol sur lequel ils reposent.

Les conditions théoriques les meilleures pour faire un bassin consisteraient à le creuser à sec dans le rocher ou dans un terrain naturellement étanche, puis à percer ensuite la communication avec la mer; à Toulon et ailleurs, ils ont été faits dans des emplacements qui étaient désignés par la distribution intérieure des arsenaux, et ils y sont certainement plus coûteux par cela même; leur beau mode d'exécution a été répété dans plusieurs pays étrangers.

Il n'y a pas de marine sans bassins de radoub, et ce n'est que dans des conditions spéciales qu'on doit avoir recours aux diverses combinaisons qui ont été imaginées pour y suppléer.

Appareil Clarke. — L'invention la plus nouvelle et la plus originale est assurément l'appareil construit à Londres, à Victoria Dock, sous le patronage des principaux ingénieurs de l'Angleterre; il a été terminé en 1858 et fonctionne depuis pour assécher les bâtiments; voici la description sommaire qu'en donne M. Delacour :

« Deux lignes de seize colonnes creuses s'étendant à droite et à gauche sont établies sur une fondation sous-marine; elles renferment trente-deux presses hydrauliques mises simultanément en mouvement par une pompe centrale et par une machine à vapeur de quarante chevaux. Ces colonnes sont fondues dans leur partie supérieure pour le passage d'un T, qui monte et descend par le moyen d'une tige appliquée à chaque piston de presse; des tringles renvoient ce mouvement vers le fond, sur des traverses en fer qui vont de la colonne de droite à celle qui est en face, à gauche, dont les presses sont conjuguées.

« Pour soulever un bâtiment, on commence par amener toutes les presses au bas de course, on les égalise, puis on coule un chaland disposé exprès, qui vient reposer au fond sur les seize traverses. On amène le navire et on le place exactement au milieu des deux lignes de colonnes au moyen d'amarres; on règle de même sa disposition en longueur. Quand ces préparatifs sont faits, les trente-deux presses hydrauliques sont mises en mouvement et régularisées par un clavier de robinet que le maître de manœuvre ouvre et ferme à volonté; on sort ainsi le bâtiment et son chaland hors de l'eau dans un temps très-court. Ainsi un clipper de 1,240 tonneaux de poids a été soulevé en vingt minutes.

« On condamne les soupapes qui sont au fond, le chaland devient flotteur et indépendant de l'appareil; on l'emmène, avec le navire qu'il porte, dans un lieu voisin disposé pour le travail de réparation. La mise à flot se fait ensuite par les mêmes procédés exécutés à l'inverse.

« Le mérite principal de cette invention est facile à saisir; à l'appareil élévatoire sont adjoints un certain nombre de chalands, six par exemple. On peut avoir en réparation autant de bâtiments qu'il y a de chalands, tout autant du moins, qu'il est en mesure de suffire aux mouvements de levée et de descente corres-

pondants. Il est aisé de comprendre que, dans ce système ingénieux, les préparatifs absorbent un temps bien plus grand que l'opération principale. Il faut d'abord engager le chaland dans l'espace des colonnes et le descendre au fond en position précise; après avoir mis le navire et le chaland hors de l'eau, on doit la laisser écouler par les soupapes et les refermer; puis faire flotter celui-ci en ouvrant les presses hydrauliques; enfin sortir le navire. Ces mouvements sont fort délicats et exigent un temps assez long : ils seraient impossibles avec du courant et du vent.

L'appareil de Victoria-Dock peut recevoir des navires seulement jusqu'à 80 mètres de longueur et $5^{m}10$ de tirant d'eau; la largeur, intérieurement aux colonnes, est de $18^{m}90$; on n'y pourrait donc pas introduire des navires à roues de 17 mètres hors tambours, et la limite maximum des poids paraît être d'environ 1,800 tonnneaux.

En 1858, M. Clarke proposait de liver un équipage de pompes et de colonnes avec moteur, presses, etc., à Londres pour 30,000 livres, la distance entre les colonnes étant de 23 mètres. M. Pascal, ingénieur en chef du service hydraulique à Marseille, estimait que la dépense des travaux de fondation et de l'établissement des quais devait être comptée, dans des conditions ordinaires, à 600,000 fr. En augmentant donc le prix demandé par M. Clarke d'une somme de 150,000 fr. pour transport, faux frais et dépenses imprévues, on trouve que l'appareil entier coûterait 1,500,000 fr. Le chaland avait $1^{m}50$ de hauteur; il a porté un navire en bois qui pesait seulement 1,240 tonneaux, et l'on a dû remplir les extrémités avec de l'eau pour équilibrer et arrêter la flexion; son poids était de 300 tonneaux, boisage compris.

Gril flottant. — Ce système, dont on devait faire une application à Marseille en 1853, consistait à placer le navire sur un grillage en fer appuyé sur deux flotteurs ayant une capacité égale au déplacement du bâtiment à soulever, qui était supposé de 1,100 tonneaux, augmenté du poids propre à l'appareil; des montants en tôle et cornières devaient servir à soutenir les pieds des accores et en même temps à maintenir la stabilité au moyen de quatre pontons, deux à droite et deux à gauche, qui y étaient attachés.

L'expulsion de l'eau des flotteurs aurait été faite par une soufflerie; les flotteurs arrivés hors de l'eau auraient donné à l'ensemble de l'appareil et du navire une stabilité suffisante.

Dans ce système, on repousserait l'eau d'une assez grande profondeur, puisque les flotteurs saisissent les bâtiments au-dessous de leurs quilles; ainsi, pour des paquebots comme ceux du Brésil, on trouve que la hauteur de la colonne d'eau à épuiser ou à refouler par une soufflerie serait au début de 6 mètres, et à la fin de l'opération de 4 mètres environ, ce qui donnerait lieu à une colonne moyenne de 5 mètres et à un travail considérable par rapport à celui à réaliser.

Grils de marée. — On a établi, dans beaucoup de ports anglais, des grillages en bois sur des fondations solides, dans des lieux tranquilles où les grandes marées laissent ces grillages découverts pendant un intervalle de quelques heures; on en voit, à Londres et à Liverpool, dans les avant-ports qui précèdent les écluses des bassins de retenue des docks. Les bâtiments qui n'ont à faire qu'une courte visite de leur carène s'y échouent quand la marée se retire, et sont remis à flot à la marée montante. Il faut de très-grandes différences dans les niveaux de la mer haute et de la mer basse pour que ces procédés puissent

rendre des services appréciables, et laissent les carènes des navires à sec pendant le temps nécessaire aux opérations les plus brèves.

Bassins flottants. — On a fait à Marseille, à Bordeaux et au Havre, des docks flottants en bois, tous arrivés à un degré de vétusté qui rendra assez prochaine leur disparition. On n'a pas pensé à les renouveler par des instruments du même genre; aujourd'hui les navires à vapeur du commerce et les clippers tendent à s'accroître constamment dans leurs dimensions principales et exigent des bassins comparativement très-grands; l'emploi du bois laisse trop d'indécision comme rigidité et comme durée pour qu'il puisse être préféré à celui du fer dans des constructions de l'importance de celle dont nous nous occupons.

M. James Taylor, de Birkenhead, qui s'est fait patenter pour des docks flottants en fer, a combiné une disposition de flotteurs ayant pour but de permettre de lever les navires de petit échantillon hors de l'eau sans épuiser l'intérieur du bassin, mais en pompant l'eau contenue dans une double enveloppe qui forme la paroi extérieure.

En principe, les bassins flottants ont l'avantage d'être économiques pour leurs épuisements, puisqu'il suffit d'une machine d'une puissance trois fois plus petite environ que celle qui conviendrait pour vider dans le même temps un bassin ordinaire de même grandeur. Enfin, il serait possible d'allonger un bassin flottant en fer si, dans l'avenir il devenait insuffisant pour recevoir les navires fréquentant le port qu'il serait appelé à desservir.

Le bassin flottant projeté par M. Delacour pour la rade de Bordeaux, est complétement en fer. Il consiste en une grande caisse, fermée à ses deux extrémités par des portes d'écluse à deux vantaux et garnie de flotteurs étanches calculés pour le tenir sur l'eau quand les portes sont ouvertes et que l'intérieur est rempli. Les dimensions principales sont :

Longueur maximum.	100m50
Largeur extérieure.	23 90
Creux total.	9 90

L'appareil est cylindrique; il a dans toute sa longueur la même forme.

Ce système a été complétement décrit en 1862 dans les *Annales des ponts et chaussées.*

CONSTRUCTION DES FORMES ET DE LEURS ENCEINTES

FIG. 1 A 16, PLANCHE 6.

Les deux formes de radoub établies récemment dans la partie sud du port d'Alger, sous la direction de l'habile ingénieur, M. Hardy, ont été construites sur des dimensions différentes, et à des profondeurs d'eau variant de 8 à 14 mètres. Le fond est un rocher en nature de gneiss très-accidenté et contenant dans ses anfractuosités du sable vaseux sur des épaisseurs variables de 0m 20 à 1 mètre.

La partie délicate et difficile du travail dans cette construction, était, comme nous l'avons dit, l'établissement des enceintes. Disons tout de

suite que l'ingénieur s'en est tiré avec le plus grand honneur. La fig. 1re du dessin pl. 6 représente, à l'échelle de 1/2 millimètre par mètre, le plan de la disposition générale des deux enceintes et d'une portion du mur du quai Est, avec l'indication des travaux effectués avant les remblais.

« L'idée qui se présentait le plus naturellement à l'esprit, dit M. Hardy dans son mémoire au sujet de l'exécution de ces enceintes, était d'établir des coffrages en pieux et madriers, dans lesquels on aurait coulé le béton comme dans un moule. Tel avait été aussi le premier mode d'exécution projeté; rien cependant n'était encore arrêté à cet égard, et lorsqu'il s'est agi de faire des propositions définitives, nous avons reculé devant les dangers d'un pareil système. Il y avait lieu surtout de s'inquiéter du peu de résistance que devait offrir à la houle, souvent très-forte dans la partie sud du port, un coffrage de 200 mètres environ de longueur, n'ayant d'autre solidarité avec le terrain que des pieux ayant jusqu'à 14 mètres de longueur, sans fiche, puisque le fond étant de rochers, ils ne pouvaient être fixés que par l'adhérence du ciment. L'accumulation de la laitance dans ces grandes enceintes dont le coulage pouvait durer plus d'une année, et qui, si elle n'est pas prévenue par des extractions très-dispendieuses, peut avoir sur la perméabilité du béton la plus funeste influence, était aussi un sujet de grave préoccupation. Nous avions vu, au contraire, les coulages de béton, pour murs de quai, dans des caisses sans fond de 200 à 300 mètres cubes, venir à bien sans aucune précaution contre la laitance.

« Une circonstance nous détermina à proposer un mode analogue pour l'établissement des enceintes des formes. On creusait dans le moment un bassin de 50 mètres de longueur sur 30 mètres de largeur, dans un terre-plein de quai dont le mur en béton avait été coulé dans des caisses sans fond. Nous nous étions servi de ce mur comme de batardeau, et bien qu'il n'eût été fait ni avec les épaisseurs ni avec les précautions que comportait ce rôle, l'étanchéité fut presque complète; on était fondé à en conclure que la soudure entre les blocs de béton coulés dans les caisses à diverses époques pouvait être assez intime pour prévenir toute filtration compromettante, et nous nous sommes décidé, à partir de ce moment, à substituer, dans le projet, les caisses isolées aux enceintes continues qui nous paraissaient présenter des inconvénients de plus d'un genre. Le creusement de ce bassin nous apprit encore une chose importante : c'est que la roche qui forme le fond du port d'Alger est peu perméable, puisque, avec une sous-pression de 6 mètres environ, on pouvait entretenir à sec une superficie de 1,500 mètres carrés avec une seule pompe Letestu de 0m40 de diamètre. Nous crûmes dès lors inutile de comprendre dans le projet un radier général en béton, quitte à y revenir en cours d'exécution, si les premiers essais d'épuisement en indiquaient la nécessité.

« Les caisses sans fond avaient été employées jusqu'alors au port d'Alger par des profondeurs d'eau de 7 mètres au plus, et dans ces profondeurs extrêmes on avait quelque peine à les bien mettre en place, lorsque le fond était accidenté, parce qu'alors les poteaux des panneaux glissaient sur les parties déclives du rocher. C'était donc encore une question de savoir si l'on pourrait appliquer le même procédé avec succès dans des profondeurs à peu près doubles et sur des fonds très-irréguliers. Le découpage du panneau des caisses à la demande du

fond avait aussi le grand inconvénient d'affaiblir les poteaux qu'on était obligé successivement de couper pour les raccourcir ou d'enter pour les allonger.

« Nous avons pensé qu'on pourrait éviter ces inconvénients, tout en donnant plus de solidité à la caisse par la possibilité d'assembler les extrémités inférieures des poteaux dans une pièce invariable, en préparant sur le fond une base horizontale en béton de ciment de Vassy posé au scaphandre; il suffisait que cette base débordât la semelle de la caisse de 0m20, ce qui lui donnait la forme d'un rectangle formé par quatre murettes de 0m50 environ d'épaisseur, arrasées suivant un plan horizontal passant par la pointe la plus élevée du rocher, à l'emplacement de la caisse ou à un niveau tel que la plus grande caisse qu'on avait à sa disposition pût servir sans modification. Dans ce dernier cas, on devait faire précisément l'inverse de ce qu'on faisait pour les murs de quai, c'est-à-dire qu'on préparait le fond à la demande de la caisse, au lieu de préparer la caisse à la demande du fond.

« Ces murettes formant enceinte inférieure devaient encore avoir le grand avantage de prévenir toute diffusion de béton à la partie inférieure de la caisse; c'eût été là un danger très-sérieux si l'on n'avait pas pris cette précaution, parce que, dans les grandes profondeurs, il eût été très-difficile de faire épouser d'une manière complète le rocher par le panneau. On fit l'application des dispositions dont nous venons de donner une idée générale au coulage d'une caisse d'essai, et la réussite complète de l'opération permit de les introduire dans le projet de construction des formes de radoub avec toute l'autorité que donne l'expérience.

« Sur l'avis du conseil général des ponts et chaussés, le projet d'enceinte au moyen de caisses isolées échouées sur murettes fut approuvé par M. le ministre de l'Algérie et des colonies le 27 octobre 1859, et c'est dans le système que nous venons d'indiquer qu'ont été coulés le mur de tête commun aux deux formes et l'enceinte de la grande. Quant à l'enceinte de la petite, comme les profondeurs *maxima* n'excédaient guère 8 mètres, nous crûmes pouvoir nous dispenser de faire les murettes en ciment, et les caisses furent découpées à la demande du fond; aussi cette dernière enceinte est-elle bien moins régulière que la grande; les caisses ont donné beaucoup plus de peine à placer convenablement; il y a même eu quelques accidents provenant de l'affaiblissement des poteaux par suite du rentage. En résumé, l'expérience du coulage de cette seconde forme nous a convaincu que si l'on avait fait de même pour la grande, où les fonds allaient jusqu'à 14 mètres, ce n'aurait pas été sans infiniment de peines et sans de très-graves accidents, qu'on serait parvenu à faire une enceinte beaucoup moins régulière que celle qui a été faite; sur les points les plus exposés, comme dans le mur de tête, par exemple (*fig.* 1), on n'aurait même pas été bien certain de réussir. Quant aux coffrages continus, comme on peut en employer dans les eaux tranquilles, les assauts qu'ont eus à supporter les caisses isolées et auxquels elles ont résisté la plupart du temps parce qu'elles n'offraient que peu de surface à la houle, nous ont donné la certitude qu'ils auraient été brisés avant même d'être achevés. Le grand avantage de ces caisses sur les coffrages continus, c'est qu'on pouvait attendre, pour les mettre en place, que le temps fût bien disposé et que, si par malheur il changeait avant qu'elles ne fussent suffisamment lestées par le béton, l'avarie se réduisait à la perte d'un peu de béton et à la dégradation plus ou moins forte de la caisse; tandis que, le coffrage con-

tinu devant toujours tenir la mer, il n'y aurait pas eu un seul coup de mer qui n'eût signalé son apparition par quelque grand désastre.

« Les caisses isolées étant coulées sur le même alignement à distance convenable pour le placement de deux ou trois rangs de trémies, on les réunissait par des entre-deux formés de deux panneaux appliqués sur les grands côtés de deux caisses contiguës, et serrés l'un contre l'autre par des boulons; on préparait également une base horizontale pour ne pas avoir à découper les panneaux; mais alors il n'y avait plus à faire que deux murettes en prolongement des grands côtés des rectangles qui avaient servi de base aux caisses. »

Après avoir ainsi fait voir le procédé qu'il a adopté au port d'Alger, M. Hardy est entré dans quelques développements sur l'exécution même des travaux. Nous aimons à en extraire les principales parties.

Sur la fig. 1re on a représenté, par des hachures serrées, le béton coulé à l'aide des caisses isolées, et, par des hachures plus faibles, celui des entre-deux; les numéros montrent pour chaque enceinte l'ordre dans lequel les coulages ont été effectués.

Caisses a couler le béton. — Les fig. 2 à 4 du dessin pl. 6, représentent l'une de ces caisses, dites *caisses-jalons*, dans les différentes positions qu'on leur a fait prendre pour les monter, puis les lancer à la mer et les échouer.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/400e; la caisse que nous y avons figurée est l'une de celles appliquées dans la construction de l'enceinte de la petite forme.

Les dimensions principales étaient :

5m60 sur 4 mètres à la base supérieure,
et 5m60 sur 6 mètres environ à la base inférieure.

Leur hauteur moyenne était de 10 mètres.

La longueur de 5m60 répondait au placement de quatre trémies à couler le béton, semblable à celle qui est dessinée fig. 8; on faisait les entre-deux aussi longs que possible (9 à 11 mètres), répondant au placement de 6 à 8 trémies.

Les fig. 5, 6 et 7 représentent en élévation, coupe horizontale et section transversale, une caisse-jalon de plus grandes dimensions, qui a été appliquée à la construction de l'enceinte de la grande forme.

Elle n'avait pas moins de :

11m sur 4m20, intérieurement à la base supérieure,
et 11m sur 6 mètres environ à la base inférieure,

avec une hauteur moyenne de 10 mètres.

Cette longueur de 11 mètres répondait au placement de huit trémies à béton. Chacune de ces caisses présentait une sorte de tronc de pyramide, dont deux côtés étaient parallèles et les deux autres obliques pour donner plus de largeur à la base des enceintes.

Elle était formée de 4 panneaux, dont deux grands parallèles de mêmes dimensions, et deux autres représentant les petits côtés; chacun de ces panneaux était composé de forts montants en bois *a*, de 20 centimètres d'équarrissage environ, espacés d'un mètre d'axe en axe, et reliés par des madriers horizontaux *b*, espacés de même, et boulonnés avec les montants, puis garnis sur la face intérieure de planches épaisses et jointives *c*.

Les grands panneaux de la petite caisse étaient en outre consolidés par des croix de Saint-André, et ceux de la grande caisse reliés aux angles par des frettes en fer. Quand la caisse était assemblée, on reliait solidement le tout par de longs boulons *d*, convenablement espacés, et serrés par des écrous à oreilles.

Remarque. — Dans une mer agitée, dit à ce sujet M. Hardy, les caisses qui n'ont d'autres garanties que la solidarité de toutes leurs parties, la plus ou moins parfaite concordance de leurs panneaux avec le fond, les poids dont elles sont chargées et quelques amarres fixées à d'autres caisses déjà coulées ou à des ancres, sont très-exposées aux accidents, d'autant plus que leur coulage dure plus longtemps, tandis que les entre-deux dont les parois sont les petits côtés de deux caisses contiguës et deux panneaux serrés contre ces mêmes caisses, n'ont d'autres chances à courir que l'enlèvement par la mer de quelques planches de leurs panneaux, accident auquel il est très-facile de parer.

La partie délicate du travail était donc le coulage des caisses. M. Hardy a résolu de faire, pour la petite forme, où, par suite de l'absence de murettes en ciment, les chances d'accidents étaient plus grandes, des caisses assez peu longues pour qu'elles puissent être achevées en deux fois vingt-quatre heures.

Coulage de l'enceinte de la petite forme. — La première opération qu'on a dû faire pour la préparation était un sondage très-exact; pour cela, on plaçait par un temps calme, au moyen d'amarres, à l'endroit où la caisse devait être coulée, un cadre dont le contour extérieur, divisé de $0^m 50$ en $0^m 50$, représentait le rectangle moyen de contact de la caisse avec le rocher. A chaque division, on donnait un coup d'une sonde munie d'une lance, afin de traverser la couche de sable et d'arriver jusqu'au roc, et on mettait tous les poteaux ou montants des panneaux à la longueur indiquée par ce sondage, soit en les sciant, soit en les entant; on raccordait ensuite les pieds de ces poteaux par des planches découpées à la scie.

Les panneaux de la caisse étant ainsi préparés, on les montait à l'aide de l'appontement A, représenté en élévation fig. 2; les quatre côtés étaient d'abord mis à plat, sous les treuils A′ dans l'ordre ci-après : un grand côté, les deux petits côtés et l'autre grand côté par-dessus; on enlevait celui-ci à l'aide des treuils et on le tenait suspendu au-dessus des autres, à une distance un peu plus grande que la largeur des petits

côtés. On relevait ces derniers verticalement à droite et à gauche, en les faisant pivoter autour de l'arête qui devait s'assembler avec le grand côté à terre : de cette sorte, les quatre côtés se présentaient dans la position suivant laquelle ils devaient être assemblés, ce qu'on faisait au moyen de forts boulons à oreilles. On clouait ensuite de la toile à voile goudronnée au contour inférieur des panneaux et dans les angles, puis l'on plaçait de grands boulons *d* (fig. 6 et 7) destinés à maintenir deux à deux les panneaux opposés. Ces boulons laissaient vides quatre compartiments répondant à chacune des trémies.

Ces préparatifs achevés, on lançait la caisse à l'eau au moyen de crics et d'un fort câble de retenue B; bientôt, saisie à cet effet par des palans suspendus aux bigues C, solidement fixées à l'extrémité d'un ponton D, on la faisait glisser sur une cale flottante E en charpente accrochée au bord du terre-plein : on arrivait ainsi à lui faire prendre la position indiquée sur la fig. 3.

On portait ensuite les points d'attache à la partie supérieure de la caisse, qu'un autre ponton D′, muni de bigues semblables C′, saisissait de même de l'autre côté, de façon à ce qu'elle se trouvât dans la position que montre la fig. 4. On plaçait alors, sur les côtés parallèles à l'axe de la forme, une première rangée de boîtes que l'on chargeait de boulets *e* (fig. 7), et l'on mollissait les palans; la caisse s'enfonçait au tiers environ; on plaçait une seconde rangée de boîtes à boulets *e′*, puis enfin une troisième e^2 à peu de distance au-dessus de la flottaison.

La caisse portait quatre jalons déterminant deux alignements qui devaient correspondre à deux jalons fixés sur la terre ferme. Elle était descendue de cette manière jusqu'à ce que sa partie inférieure portât sur le fond; à ce moment elle se trouvait ordinairement déviée de sa position, à cause de la déclivité des rochers dont on ne pouvait tenir compte qu'approximativement dans le découpage des panneaux. On la relevait et on la replaçait jusqu'à ce que les indications données par les jalons fussent satisfaisantes.

La caisse étant en place, c'est-à-dire descendue à la position indiquée en lignes ponctuées sur la fig. 4, on installait les planchers *f* avec les treuils *g*, destinés à la manœuvre des trémies à couler le béton (fig. 7).

Ces trémies, employées depuis plusieurs années déjà dans les grands travaux hydrauliques de ce genre, sont d'une disposition ingénieuse, comme on peut en juger par le détail, dessiné en coupe verticale fig. 8. Elles forment des espèces de boîtes prismatiques F à fond mobile, et composées de feuilles de tôle rivées sur des bandes de fer plat qui leur donnent toute la solidité désirable.

Le fond se compose de deux clapets inclinés *h*, également en tôle, et qui, assemblés à charnière aux côtés inférieurs de la boîte, s'agrafent, pour se réunir par un déclic, à l'extrémité d'une tringle en fer *i*, guidée dans des douilles, et reliée à sa partie supérieure avec un levier à bas-

cule *j*. A l'autre extrémité de cette bascule est attachée une corde *k* qui reste toujours à la disposition de l'ouvrier chargé de la manœuvre, et qui est assez longue pour permettre à la trémie de descendre à la profondeur voulue.

Attachée par ses quatre angles supérieurs à une chaîne en fer *l*, qui passe sur le tambour du treuil de manœuvre *g*, chaque trémie, dès qu'elle est remplie, est descendue à l'aide de ce treuil, et aussitôt qu'elle est arrivée, on tire la corde *k*, comme on le voit sur la fig. 7, pour déclancher et par suite détacher les deux clapets qui, en s'ouvrant, laissent tomber le béton.

L'opération s'effectue ainsi, très-rapidement, puisque la trémie se vide d'un seul coup; on la remonte immédiatement pour la remplir à nouveau après avoir raccroché les deux clapets à leur tige de déclic.

Le coulage du béton se continuait nuit et jour, par relais de six heures, et la fabrication du béton était réglée de manière à produire 50 mètres cubes de béton par relais; quelquefois moins, quand il y avait des causes de retard, mais jamais plus, parce qu'on avait remarqué que les caisses fatiguaient beaucoup, quand on y coulait dans le même temps une masse plus considérable de béton n'ayant pas encore eu le temps de faire prise. On coulait donc 200 mètres cubes de béton par vingt-quatre heures, et comme les caisses-jalons contenaient de 400 à 500 mètres cubes, c'était l'affaire de deux jours à deux jours et demi.

Après quatre ou cinq jours, le béton avait fait prise et l'on pouvait enlever les caisses à boulets pour les employer sur un autre point. Le dixième ou le onzième jour, on pouvait déshabiller la caisse, ce qu'on faisait facilement en enlevant les boulons à oreilles qui reliaient les poteaux d'angles des deux côtés adjacents. On enlevait aussi les écrous à oreilles des grands boulons d'écartement *d*. Les panneaux échappaient en tirant dessus à peu près horizontalement à l'aide de palans, et les boulons restaient noyés dans le béton.

Toutes les œuvres sous-marines pour l'enlèvement des écrous à oreilles et des boulons des poteaux d'angle, se faisaient par des plongeurs à nu. On n'avait recours au scaphandre qu'exceptionnellement et en cas de quelque difficulté imprévue.

Après avoir échappé les grands boulons, les quatre panneaux flottaient à l'aide des palans appliqués sur les pontons D et D′; on les mettait les uns sur les autres dans l'ordre où ils devaient se trouver pour être montés, on les halait à la cale de l'appontement A, et on les tirait à terre tous ensemble. Les sondages étant faits pour un autre emplacement, on découpait successivement les panneaux à plat dans l'ordre où ils se trouvaient après avoir levé celui qui venait d'être découpé, et l'on remontait la caisse.

Les entre-deux se coulaient exactement de la même manière; seulement on les découpait et on les montait sur place; ils étaient élevés cha-

cun par un ponton et appliqués contre les deux faces des deux caisses, parallèlement à l'axe et assez haut pour qu'on pût placer à sec le rang inférieur des boulons destinés à les serrer contre les caisses; après avoir placé trois ou quatre rangs de boulons suivant la profondeur, on fixait sur la dernière traverse du panneau la rangée inférieure des caisses à boulets; on mollissait les palans, et l'on descendait les deux panneaux ensemble jusque sur le rocher, après avoir placé les deux autres rangées de caisses à boulets. Un plongeur à nu descendait ensuite pour serrer les boulons à oreilles, de manière que les panneaux fissent effort sur les blocs de béton contre lesquels ils étaient appliqués.

Le déshabillage se faisait après le même temps et de la même manière que pour les caisses.

Observations. — M. Hardy a le soin de faire remarquer qu'avant de mettre en place, soit une caisse, soit un entre-deux, on mettait la surface du rocher à nu, en enlevant au scaphandre le sable et la laitance qui le recouvraient. Et pour rendre plus intime la jonction de l'entre-deux avec la caisse, on ménageait sur les faces de cette dernière, commune avec l'entre-deux, à l'aide de grains d'orge cloués intérieurement sur les panneaux, des rainsures qui formaient semelles pour le béton de l'entre-deux, et on avait le soin, avant de couler celui-ci, de piquer les faces des deux caisses qu'il devait raccorder.

Coulage de l'enceinte de la grande forme. — La mise en place des caisses et entre-deux de l'enceinte de la grande forme s'est faite exactement de la même manière que pour la petite forme, sauf que l'opération était beaucoup plus prompte et qu'il n'y avait à faire préalablement ni sondage du fond ni découpage des panneaux. A cause de la grande stabilité résultant de ce que le système portait par toute la largeur de la sablière inférieure sur une surface horizontale, on a pu donner sans inconvénient une longueur de 11 mètres aux caisses, correspondant au placement de huit trémies; les plus longs entre-deux pouvaient en recevoir six. Les grandes dimensions de ces caisses forçaient à quelques précautions dans le lançage.

1° Il fallait épontiller la caisse lorsqu'elle était montée sous l'appontement, et l'on ne retirait les épontilles que lorsqu'elle était tenue par les deux pontons;

2° On plaçait une trentaine de barriques sur le côté de la caisse immergée, afin d'en diminuer le poids et de permettre à un seul ponton de la conduire de la cale du lançage à la forme.

Le seul point essentiel par lequel le coulage de l'enceinte de la grande forme a différé du procédé décrit pour l'enceinte de la petite forme étant la préparation préalable de la base au moyen de *murettes* en béton de ciment, nous nous contenterons de donner quelques détails sur ce genre de construction préparatoire.

On avait construit trois caisses pour la grande forme; une première

de 9 mètres de hauteur, une seconde de 10 mètres et une troisième de 11 mètres; puis une hausse de 1^m25 de hauteur représentée par les *fig.* 9 et 10; de sorte que le dessus des caisses devant être arasé à 0^m70 au-dessus du zéro du maréomètre, les murettes en béton correspondantes à l'emploi des six hauteurs de caisses différentes qu'il était possible d'obtenir à l'aide de la hausse, devaient être arasées à des profondeurs de 8^m30, 9^m30, 10^m30, 9^m65, 10^m65 et 11^m05.

A l'aide d'un sondage ayant pour but de reconnaître la profondeur de la partie la plus élevée du rocher, on pouvait donc déterminer de suite la position du plan d'arasement des murettes. On avait trouvé, par exemple, pour l'emplacement d'une caisse que la partie la plus élevée du rocher était située à 9^m75 au-dessous du zéro du maréomètre, il fallait donc araser les murettes à 9^m65 pour employer la première caisse avec la hausse; ce qui correspondait à une hauteur de murette de 0^m10 sur la partie la plus élevée du rocher. La hauteur de la caisse déterminée, on connaissait les dimensions de sa base au niveau des murettes, et par conséquent celles du rectangle des murettes qui devaient déborder la sablière de la caisse de 0^m28 environ.

On assemblait le cadre rectangulaire, de manière que son contour intégral fût égal au contour extérieur des murettes. Ce cadre portait, à l'intersection de son grand axe, avec les poutrelles dont il était formé, deux jalons de 10 à 12 mètres de longueur servant à reconnaître sa position sous l'eau. A 0^m015 environ de la face intérieure du cadre, était vissée une tringle en fer formant coulisse. Des goujons placés, le premier à 0^m50 de la paroi intérieure du cadre, et les autres de 0^m10 en 0^m10 plus loin, étaient fixés sur chaque extrémité des poutrelles vers les angles, et servaient de points d'attache à des tringles à œil parallèles au contour du cadre, et distantes de la face intérieure de ce cadre de 0^m50 ou de 0^m60 à 0^m70, etc. Des montants en fer percés de trous de 0^m05 en 0^m05, glissant dans des douilles fixées sur les faces extérieures du cadre, et pouvant être rendus solidaires avec le cadre au moyen d'une broche passant dans la douille, formaient des pieds pouvant maintenir le cadre dans une position horizontale, quel que fût le relief du fond.

On descendait le cadre avec des cordages à peu près à l'emplacement que devait occuper la caisse, et à l'aide des deux jalons qu'il portait et dont la tête sortait de 1 mètre à 1^m50 de l'eau, on le mettait exactement en place; un homme revêtu du scaphandre était en bas, et quand le cadre était bien placé et à quelques décimètres au-dessus du niveau adopté pour l'arasement des murettes, il mettait les pieds de hauteur à l'aide des broches; il détachait ensuite les cordages qui avaient servi à descendre et à placer le cadre, et celui-ci restait en place au fond de la mer tout à fait indépendant des embarcations, sur lesquelles s'effectuaient les manœuvres extérieures, à l'abri par conséquent des mouvements de la mer. Le cadre étant ainsi posé, on enlevait au scaphandre le sable et la

laitance provenant du coulage des caisses précédentes dans l'emplacement des murettes; cet emplacement était très-nettement indiqué à l'ouvrier du scaphandre par le cadre dont il rapportait de temps en temps la projection sur le fond avec un fil à plomb.

Cette opération a pris des proportions de plus en plus considérables à mesure de l'avancement des travaux de coulage, à cause du dépôt de plus en plus abondant sur le fond de la mer de la laitance qui s'échappait par les joints des caisses et entre-deux. A la fin des travaux de coulage, ce dépôt se présentait sous la forme d'un banc de 0m80 à 1 mètre de puissance, dans lequel les matières étaient stratifiées dans l'ordre de la densité, le sable et la pouzzolane en bas, la portion gélatineuse en haut.

Dans les parties où il y avait beaucoup de sable vaseux, et où, par conséquent, les talus de la tranchée qu'on ouvrait dans l'emplacement de la murette avaient des dispositions à s'ébouler et à remplir cette tranchée, on construisait la murette dès qu'il y avait une petite place nettoyée, et l'ouvrier cimenteur marchait derrière l'ouvrier nettoyeur, ou plutôt derrière celui des ouvriers nettoyeurs qui donnait la dernière main au travail; car il y a eu pour le nettoyage des dernières caisses et entre-deux jusqu'à cinq scaphandres dans l'emplacement à préparer pour le coulage, quatre occupés au nettoyage et un à la pose du béton de ciment. L'ouvrier chargé de ce travail commençait par former, par petites parties, le coffrage dans lequel devait être coulée la murette, ce qu'il faisait de la manière suivante :

Dans la rainure formée par la tringle et la face verticale intérieure du cadre, il glissait des barres de fer verticales espacées de 1 mètre à 1m50; en face il appuyait de semblables barres sur la tringle intérieure, et les fixait à cette tringle au moyen d'un bout de filin ; il posait une plaque en tôle de 2 mètres de longueur et de 0m70 de hauteur sur chacune de ces rangés de barres, et c'est entre ces plaques qu'il déposait le béton de ciment qui lui était descendu dans un seau de 26 litres environ de capacité. Les plaques en tôle portaient des bouts de filin à l'aide desquels on les attachait sur les barres; quand le mur avait plus de 0m70 de hauteur, on relevait les plaques et l'on faisait une nouvelle hauteur de 0m70 au-dessus de la première. Il y a eu des anfractuosités de rocher dans lesquelles les murettes ont été faites ainsi en quatre étages. De 0 mètre à 0m50 de hauteur, la murette devait avoir 0m50 d'épaisseur et 0m10 d'épaisseur en plus pour chaque hauteur de 0m50. Il a eu des murettes qui, partant de 0 mètre, ont eu jusqu'à 2m30 de hauteur; dans ces dernières parties, elles devaient avoir, d'après cette loi, 0m80 d'épaisseur à la base. Ces surcroîts d'épaisseur se trouvaient, bien entendu, en dedans, afin de diminuer d'autant le béton à couler, et la paroi extérieure de la murette était toujours plane.

Un mètre cube de béton pour murette était formé de 640 kilogram-

mes de ciment de Vassy, $0^{m.c.}$ 70 de sable à grain anguleux et bien pur, et de $0^{m.c.}$ 90 de pierre cassée.

Un atelier composé de 4 gâcheurs, de cinq manœuvres pour le transport des matières et le service du scaphandre, et de sept poseurs (1), dont un seulement était revêtu du scaphandre, les autres s'occupant des manœuvres extérieures, employaient de 10 à 12 barriques de ciment par jour, soit 2,000 à 2,100 kilogrammes. Le travail, exécuté par la maison Gariel, était payé à raison de 0 fr. 235 le kilogramme de ciment employé, y compris la fourniture du sable et de la pierre cassée; le scaphandre était fourni par l'administration, mais non les ouvriers qui le manœuvraient, non plus que tous les autres outils ou apparaux.

Une fois les murettes arasées, on mettait le rocher à nu dans l'intérieur, et la mise en place de la caisse se faisait ainsi que nous l'avons décrit pour l'enceinte de la petite forme.

Pour la préparation des bases des entre-deux, l'opération était beaucoup plus simple; on plaçait sur les banquettes des murettes des deux caisses adjacentes, et en prolongement l'une de l'autre, une poutrelle garnie intérieurement de la tringle servant à placer les feuilles de tôle, puis une autre à la distance commandée par l'épaisseur à donner à la murette. A la fin du coulage, le fond était tellement recouvert de laitance, qu'on n'aurait pas pu placer la première poutrelle avant le nettoyage; alors l'ouvrier nettoyeur se bornait à tendre d'une caisse à l'autre un cordeau qu'il fixait avec du mortier de ciment et qui lui servait de guide pour son travail. Ce n'était qu'après le nettoyage de l'emplacement de la murette et pour la façonner, qu'on plaçait les poutrelles.

Construction du mur de quai. — Au lieu de faire le mur de quai Est du terre-plein, qui se trouve à gauche de l'entrée des formes, en béton coulé dans des caisses et entre-deux, comme les autres quais du port d'Alger, M. Hardy a préféré utiliser, pour la construction de ce mur, des blocs artificiels, de 15 mètres cubes, préparés en vue de l'exécution d'un brise-lames dont la construction était ajournée.

Ce procédé offrit l'avantage de réduire la dépense à des travaux de main-d'œuvre et d'arriver beaucoup plus tôt à former l'enceinte destinée à protéger les travaux de coulage des enceintes, puisqu'on n'avait qu'à employer des matériaux tout préparés.

L'enrochement qui devait recevoir les caisses et entre-deux de béton était élevé en moyenne jusqu'à 6 mètres environ au-dessous du zéro du maréomètre, mais il y avait certaines pointes de blocs qui s'élevaient à $0^{m}50$ ou $0^{m}80$ plus haut.

On garnit avec soin tous les interstices des blocs avec des enrochements de première classe (blocs de 100 à 1,300 kil.) et des moellons. A

(1) Les poseurs étaient payés 5 francs par jour, à quelque ouvrage qu'ils fussent occupés, et recevaient un supplément de paye de 2 francs par heure de plonge lorsqu'ils revêtaient le scaphandre.

l'aide de ce garnissage, on obtint une jetée de $4^m 50$ environ de largeur en couronne, dont l'arête intérieure était moyennement à $5^m 75$ au-dessous du zéro du maréomètre, et celle du côté du large, à $5^m 30$ environ au-dessous du même niveau, c'est-à-dire que ce couronnement avait une inclinaison de 1/10 vers le terre-plein. On jeta par-dessus une couche de $0^m 40$ environ de pierres cassées, en commençant par des pierres de $0^m 20$ à $0^m 15$, et en finissant par des pierres de $0^m 08$.

Voici, d'après l'ingénieur, les différences de dépenses résultant du mode adopté :

Le quai Est du terre-plein des formes de radoub de 200 mètres de développement et présentant un cube de 1,725 mètres cubes a coûté, pour appropriation du matériel, dressement du couronnement de la jetée, lançage des blocs, remorquage et mise en place	21,595 fr.	27 c.
Un mur de quai en béton, coulé frais dans des caisses sans fond et panneaux d'entre-deux, eût coûté pour le même cube, à raison de 45 fr. 75 c. le mètre cube.	78,918	75
L'économie a donc été, en admettant qu'on n'eût pas trouvé l'emploi des 115 blocs anciennement confectionnés, et dont la valeur était de 31,791 fr. 75 c., à raison de 276 fr. 45 c. par bloc de.	57,323	48
Et en déduisant cette même valeur de.	31,791	75
Dans la supposition qu'on dût la créer de nouveau, l'économie réalisée serait encore de.	25,531 fr.	73 c.

En résumé, on a commencé les coulages de béton par le quai reliant le terre-plein des formes à la terre ferme et, afin de pouvoir opérer dans une nappe d'eau calme, on a complété l'enceinte formée par ce quai, celui en retour jusqu'à la petite forme, la tête de celle-ci, le quai à la suite, la tête de la grande forme et le quai limitant le terre-plein à l'Est.

D'après un tableau dressé par les soins de M. Hardy, on a constaté que sur 34,201 mètres cubes de béton coulé, il n'y a eu que $336^{m.c.}$ perdus par suite d'accidents, et que ces accidents, sauf deux, sont arrivés au mur de quai et à la petite forme, là où, les murettes n'ayant pas été faites, les caisses, affaiblies d'ailleurs par les découpages, portaient inégalement sur le rocher.

Disposition et construction des formes. — Les murs de quai et les enceintes étant établis ainsi que les terre-pleins, la construction des formes proprement dites devenait sans grande difficulté, parce qu'il suffisait de faire les épuisements nécessaires pour mettre à sec tout l'espace compris dans les enceintes, ce qui a permis d'exécuter les travaux avec la plus grande sécurité comme dans la construction ordinaire.

Nous avons représenté, en plan et en coupe transversale, sur les fig. 11 et 12, la disposition générale des deux formes, laissant entre elles un

écartement de plus de 30 mètres pour permettre d'aborder tout autour, et en même temps pour y placer le bâtiment des pompes d'épuisement, de leurs moteurs et des chaudières à vapeur.

Les fig. 13 et 14 montrent deux sections verticales de la petite forme, l'une longitudinale suivant la ligne 7-8 et l'autre transversale suivant la ligne 9-10.

Les fig. 15 et 16 montrent aussi deux coupes analogues de la grande forme, l'une également faite par l'axe sur la ligne 11-12, et la seconde transversale suivant la ligne 13-14.

Il est facile de juger par ces figures des proportions différentes données à chacune des deux formes. La plus petite est d'une capacité intérieure telle qu'elle peut recevoir sans peine des navires de 55 à 60 mètres de longueur sur 18 à 20 mètres de large, tout compris. Et la plus grande permet d'y entrer des navires de 105 à 110 mètres de long, sur 24 à 26 mètres de largeur.

Les bâtiments que nous avons représentés sur la fig. 11 sont, d'un côté le joli petit navire à roues, *le Chamois*, construit par M. Nillus, et publié dans le 9e vol. de ce Recueil ; l'autre, un grand et beau navire à hélice d'une puissance nominale de 500 chevaux.

Il est facile de voir, par les figures, quelle est la disposition intérieure ménagée dans l'établissement de ces formes pour permettre de recevoir et d'assécher des navires de différentes dimensions. Ce sont des espèces de gradins sur lesquels on peut toujours asseoir les étais qui doivent maintenir la coque à la hauteur et dans la position voulue pour en faire la réparation. Des escaliers sont ménagés en divers points pour faciliter le service et les manœuvres des hommes.

Le fond présente une surface légèrement inclinée des bords au centre, avec une pente longitudinale de 10 à 12 millimètres par mètre depuis l'extrémité, qui a la forme d'un cintre demi-circulaire, jusqu'à l'entrée où se trouve la porte d'écluse P.

Cette porte, dont la construction est toute particulière, fait l'objet d'un article spécial que nous donnerons avec le dessin dans une prochaine livraison.

Nous publierons ensuite les machines d'épuisement, qui, comme on le reconnaîtra, présentent un véritable intérêt pour les constructeurs et les entrepreneurs de grands travaux publics.

Nous ne voulons pas terminer ce premier article sans y joindre, d'après M. Hardy, des renseignements précis concernant les prix de revient relatifs à la construction des enceintes, qui, comme on a pu en juger par ce qui précède, ont présenté des difficultés réellement sérieuses.

PRIX DE REVIENT DES TRAVAUX

RELATIFS AUX ENCEINTES DES FORMES D'ALGER.

Le prix d'un mètre cube de béton pour enceinte se compose :

De la valeur du béton rendu à la caisse ;

Du nettoyage de l'emplacement des caisses et entre-deux ;

De la confection des murettes ;

Du lançage et de la mise en place des caisses et entre-deux, y compris matériel et accessoires ;

Du coulage proprement dit.

Le premier élément dépend trop des circonstances locales pour qu'il soit bien utile d'en faire ressortir la valeur en argent; dans les travaux exécutés au port d'Alger, nous nous bornerons à dire qu'un mètre cube de béton mesuré au vide de la caisse contenait :

0,56 de mortier dont 1 mètre cube était composé de : { 0m.c. 454 de sable. 0m.c. 454 de pouzzolane. 364 kilog. de chaux du Theil en poudre pesée à l'état vif.
0m 84 de pierre cassée;

et que, dans ces conditions, le béton a toujours été de la plus excellente qualité. Un morceau pris à 2 mètres en contre-bas du niveau des eaux, sur une caisse coulée depuis onze mois, a présenté une résistance à la rupture par traction de 3k20 par centimètre carré.

Quant aux autres éléments, comme ils se rapportent à des travaux qui n'ont été nulle part exécutés d'après les mêmes procédés et sur une aussi grande échelle, il ne sera pas sans intérêt de connaître leur composition, d'autant mieux que, sauf le prix de la journée de l'ouvrier, elle doit être à peu près la même partout. Nous établirons ces éléments de prix seulement pour le béton coulé en caisses non découpées, sur murettes en ciment dont le cube total est de 23,447m c. 30.

Nettoyage de l'emplacement des caisses et entre-deux. — Il a été employé à ce travail :

	fr. c.	fr. c.
750 journées de chef ouvrier à 4 fr. 50 c.	3 375,00	44 199,00
10 005 journées de manœuvre au prix moyen de 2 fr. .	27 013,50	
1 485 journées de plongeur au scaphandre à 9 fr. 30 c.	13 810,50	

Le matériel employé se composait de :

	fr. c.
4 scaphandre à 4,500 fr.	18 000,00
2 radeaux avec leurs accessoires.	5 800,00
2 marie-salopes avec accessoires.	3 300,00
1 chaloupe avec bigues.	800,00
3 canots.	450,00
Grappins et chaînes.	800,00
Total.	29 150,00
A reporter	44 199,00

		fr. c.
Report.		44 199,00
lequel matériel, après l'achèvement des travaux, pouvait avoir perdu 3/10 de sa valeur, soit à compter.		
Il a été, en outre, consommé pour les travaux de nettoyage :		8 745,00
	fr. c.	
3 vêtements en caoutchouc à 159 fr. 63 c..	478,89	
20 caleçons en laine à 8 fr. 99 c.	179,80	
25 tricots à 10 fr. 57 c.	264,25	
7 mouchoirs en coton à 1 fr. 38 c..	9,66	
5 bonnets en laine à 2 fr. 58 c.	12,90	
90 bracelets en caoutchouc à 63 c.	56,70	
19 paires de grands bas en laine à 10 fr. 15 c. . . .	192,85	
18 paires de petits bas en laine à 4 fr. 34 c.	78,12	
21 pantalons de toile à 21 fr. 23 c..	445,83	
3 paires de souliers avec semelle en plomb à 58 fr. 25 c.	174,75	
31 paires de manchettes en caoutchouc à 10 fr. 11 c..	313,41	8 468,04
23 collerettes en caoutchouc à 40 fr. 45 c.	930,35	
54 boîtes de caoutchouc liquide à 8 fr. 10 c.	437,40	
216 écrous à oreilles pour collerettes à 66 c..	142,56	
156 boutons à 65 c.	101,40	
202 mètres de toile caoutchoutée à 3 fr. 75 c.	2 030,10	
87 mètres de tuyaux en caoutchouc à 10 fr. 37 c. . .	902,19	
120 paniers en osier à 80 c..	96,00	
Fournitures diverses telles que : cuivre rouge, laine, toile de lin, basane, filin, fil à voile, suif, plomb, aiguilles à coudre, papier de verre, etc., etc..	1 620,88	
La mise en œuvre de ces matières pour la réparation du scaphandre, vêtements, etc., etc., a employé :		
5 journées de bourrelier à 5 fr.	25,00	
584 journées de manœuvre à 3 fr.	1 752,00	2 047,00
54 journées de forgeron et ajusteur.	270,00	
Total.		63 459,24

lequel divisé par le cube du béton qui est de 23,447$^{m.c.}$30 donne par mètre cube de béton pour le nettoyage de l'emplacement de la caisse 2 fr. 71 c.

Confection des murettes. — Les murettes étaient faites à la tâche par la maison Gariel. L'ouvrage était payé à raison de 23 fr. 50 c. pour 100 kilogrammes de ciment employé y compris fourniture du sable et de la pierraille, toute main-d'œuvre et fourniture d'apparaux et d'outils, mais non compris celle du scaphandre, qui appartenait à l'administration ; la manœuvre de cet appareil était à la charge des tâcherons.

	fr. c.
Il a été payé à la maison Gariel pour 917,507 kilogrammes de ciment à 23 fr. 50 c. les 100 kilos.	215 614,14
Il a été employé 1 scaphandre au prix de 4,500 fr. ayant perdu les 3/10 de sa valeur, soit.	1 350,00
A reporter.	216 964,14

		fr. c.
Report.		216 964,14
Il a été consommé :		
	fr. c.	
35m 20 de tuyaux en caoutchouc à 10 fr. 37 c	365.02	
1 vêtement en caoutchouc à 159 fr. 63 c..	159,63	
8 caleçons en laine à 8 fr. 99 c..	71,92	
10 tricots à 10 fr. 57 c.	105,70	
36 bracelets en caoutchouc à 63 c.	22.68	
8 paires de grands bas de laine à 10 fr. 15 c	81,20	
7 paires de petits bas de laine à 4 fr. 34 c.	30,38	2 923,80
9 pantalons de toile à 21 fr. 23 c.	191,07	
1 paire de souliers à semelles de plomb à 58 fr. 25 c.	58,25	
22 boites de caoutchouc liquide à 8 fr. 10 c..	178,20	
81 mètres de toile caoutchoutée à 10 fr. 05 c.	814,05	
Fournitures diverses telles que : cuivre rouge, laine, toile, basane, filin, fil à voile, plomb en saumon, papier de verre, cuir, etc., etc..	845,10	
Il a été employé pour la mise en œuvre d'une partie de ces matières pour les réparations :		
1 journée de bourrelier à 5 fr.	5,00	
253 journées de manœuvre à 2 fr. 80 c.	708,40	828,40
23 journées de forgeron ajusteur à 5 fr.	115,00	
Total.		220 716,34

Ce total, divisé par le cube du béton coulé qui est de 23,447m.c.30, donne par mètre cube de béton pour confection des murettes, 9 fr. 41 c.

Ce prix de revient est la conséquence du marché passé avec la maison Gariel; d'après les attachements pris en cours d'exécution, il devrait être établi ainsi qu'il suit : un atelier composé de :

	fr. c.
1 poseur revêtu du scaphandre à 20 francs par jour.	20,00
3 poseurs à la manœuvre extérieure du scaphandre à 5 francs par jour.	15,00
3 poseurs employés au transport du béton et au coulage à 5 francs.. .	15,00
4 gâcheurs à 4 francs.	16.00
5 manœuvres au transport des matières à 2 fr. 50 c.	12,50
et coûtant par jour.	78,50

employait en moyenne par jour, 2,030 kilogrammes de ciment, de sorte que le kilogramme de ciment employé revenait à $\frac{78 \text{ fr. } 50 \text{ c.}}{2{,}030 \text{ k.}} = 0$ fr. 039.

Avec ces 2,030 kilogrammes de ciment on employait 2m.c.256 de sable, 2m.c.82 de pierraille, et on fabriquait 3m.c.165 de béton mesuré en murette.

Le prix du mètre cube de ciment de Vassy mesuré en murette peut donc être établi comme il suit :

	fr. c.
641k39 de ciment de Vassy pour fournitures à 12 fr. 50 c. les 100 kilogrammes (1).	80,17
0m.c.713 de sable de choix à 3 fr. 50 c..	2,49
0m.c.891 de pierraille à 5 fr. 45 c.	4,85
Façon du béton et coulage $\frac{78,50}{3,165} =$	25,01
A part le scaphandre qui, avons-nous dit, était fourni par l'administration, le fonctionnement de l'atelier ne comportait qu'un outillage très-simple : un chaland pour contenir les matières et les gâcheurs, les cadres sous-marins dont nous avons donné la description, quelques seaux et les outils ordinaires des cimenteurs ; on ne doit pas compter pour cet outillage plus de 10 pour 100 des frais de main-d'œuvre, soit.	2,50
Total.	115,02

Une dépense de 115 fr. 02 c. répondant à l'emploi de 641k39 de ciment, les 100 kilos de ciment seraient revenus, pour fourniture et emploi, à 17 fr. 93 c., non compris les faux frais et bénéfice de l'entrepreneur.

	fr. c.
L'emploi de 917,507 kilogrammes pour la confection des murettes ayant été constaté, on aurait confectionné un cube de murettes de $\frac{917,507^{k}00}{641,39} = 1,414^{m.c.}91$, lequel cube, au prix de 115 fr. 02 c. l'un, eût occasionné une dépense de.	162 743,04
Ajoutant les dépenses de matériel à la charge de l'administration, évaluées ci-dessus à..	5 101,00
On trouve que la dépense totale pour 23,447m.c.30 de béton se serait élevée, non compris le bénéfice de l'entrepreneur, à. . . .	167 844,04

Ce qui aurait fait ressortir le prix de murette en ciment de Vassy par mètre cube de béton coulé à 7 fr. 12 c.

MATÉRIEL FIXE.

LANÇAGE ET MISE EN PLACE DES CAISSES ET ENTRE-DEUX

	fr. c.	
Appontement du lançage cubant 17m.c.82 de bois de sapin à 100 fr. le mètre cube.	1 782,00	
Cale de lançage : 14m.c.57 de bois de sapin à 100 fr.. .	1 457,00	
Enrochements..	2 528,10	
Tête de la cale en maçonnerie de béton et ciment hydraulique.	1 346,99	
Terrassements, scellement de canons pour retenues, pose d'organeaux, régalage au scaphandre de la partie sous-marine, bittes en bois pour les retenues, etc. .	539,58	
Total.	7 653,67	
A déduire la valeur des bois, après emploi et démolition, 32m.c. 39 de bois de sapin à 45 fr.	1 457,55	fr. c.
Reste à compter.		6 196,12

(1) On aurait pu employer, suivant M. Hardy, des ciments de Grenoble ou de la Valentine, à prise prompte, qui sont à peu près moitié moins chers.

		fr. c.
Report.		6 196,12

OUTILLAGE ET APPARAUX.

	fr. c.	
6 treuils à 600 fr., à compter 1/10 pour usure.		360,00
2 pontons à 12,000 fr..	24 000,00	
1 ponton à 6,000 fr.	6 000,00	
Total..	30 000,00	
A compter pour usure et avarie 1/5.		6000,00
8,000 kilogrammes de chaînes à 90 c. pour usure et perte à la mer.		720,00
20 barriques à 6 fr. l'une, à compter 3/5 pour usure et perte..		72,00
3 caisses moules au prix moyen de 8,000 fr.	24 000,00	
4 panneaux d'entre-deux à 1,940 fr. 64 c.	7 762,56	
1 hausse	1 640,00	
120 caisses à boulets à 40 fr.	4 800,00	
Total.	38 202,56	
A déduire pour valeur des bois et fers après démolition.	14 002,56	
Reste à compter.		24 200,00
Bois pour épontillage et planchers, boulets, vieille fonte et vieux canons pour lest, anguilles, poulies, 4 crics, pinces, palans, ancres, cabestan, 4,000 kilogrammes de filin, 3 embarcations, déduction faite de la valeur après emploi.		8 000,00

MATIÈRES CONSOMMÉES.

200 kilogrammes de suif à 1 fr. 40 c..	280,00	18 285,20
270 kilogrammes de pointes à 65 c..	175,50	
250 kilogrammes de clous à toile à 1 fr. 75 c. . . .	437,50	
Huile, bitord et tresse.	331,00	
Toile à voile goudronnée, clouée à la flottaison dans les angles et au bas de la caisse, 2,312 mètres carrés à 1 fr. 75..	4 046,00	
21,692 kilogrammes de fer à 60 c. pour boulons.. .	13015,20	

MAIN-D'ŒUVRE.

269 journées de chef ouvrier à 6 fr..	1 614,00	16 739,00
269 journées de mariniers à 4 fr.	1 076,00	
2,465 journées de mariniers à 3 fr.	7 395,00	
324 journées de charpentiers à 4 fr. 50 c.	1 458,00	
348 journées de plongeur à nu à 4 fr. 50 c..	1 566,00	
1,320 journées de manœuvres à 2 fr. 75 c.	3 630,00	
Total.		80 572,32

lequel, divisé par le cube du béton coulé, 23,447m 30, donne par mètre cube pour lançage, mise en place des caisses, entre-deux et trémies, etc., etc., et enlèvement, y compris toutes fournitures, sauf celles des trémies, 3 fr. 44 c.

Coulage du béton. — L'atelier du coulage de béton, celui-ci étant transporté sur le plancher de la caisse, était composé de :

	fr. c	
1 chef ouvrier à 0 fr. 35 l'heure.	0,35	
2 bottiers à 0 fr. 325 l'heure.	0,65	
12 manœuvres à 0 fr. 28 l'heure.	3,36	
Total par heure.	4,36	
Soit par relais de six heures	26,16	
Cet atelier coulait habituellement 50 mètres cubes de béton par relais; mais, en raison du temps perdu pour la mise en place des caisses et trémies par suite de l'état de la mer, ou pour toute autre cause fortuite, on ne doit compter que sur un coulage de 42m.c. 30 par relais, ce qui fait revenir le mètre cube de béton pour main-d'œuvre de coulage à.		fr. c. 0,65

MATÉRIEL SPÉCIAL.

10 trémies avec le treuil à immerger à 1,700 fr. l'une, à compter 3/10 pour usure.	5 100,00	6 169,10
150 pelles à 2 fr., à compter pour usure et perte 9/10.	270,00	
2 pelles à cloison à 15 fr., à compter 5/10 pour usure.	15,00	
40 paires de bottes à 20 fr., à compter 9/10 pour usure.	720,00	
4 crochets à béton à 6 fr., à compter 5/10 pour usure.	12,00	
4 burettes à huile à 1 fr. 50 c., à compter 9/10 pour usure.	5,40	
4 pinces à 11 fr., à compter 2/5 pour perte et usure.	17,60	
4 arrosoirs en zinc à 6 fr. 50 c., à compter 2/5 pour perte et usure.	10,40	
2 pioches à 4 fr. 50 c., à compter 3/10 pour usure.	2,70	
1 sonde en bois gradué à 20 fr., à compter 8/10 pour usure.	16,00	

MATIÈRES CONSOMMÉES.

473 sacs à béton à 60 c. l'un.	283,80	522,30
200 balais à 30 c.	60,00	
100 kilogrammes d'huile à 1 fr. 50 c.	150,00	
30 kilogrammes à 95 c.	28,50	
Total.		6 691,40

Le cube du béton coulé étant de 23,447m.c.30, le prix de revient pour fourniture du matériel et matières consommées est de. . . . . 29 c.
Report du prix de main-d'œuvre. 65
Ce qui donne en totalité pour le prix de coulage de béton, y compris matériel et toutes fournitures . . . . . 94 c.

Il y a encore un genre de dépense dont on doit tenir compte, c'est la reprise en ciment des portions de béton délavées par le courant et des joints d'entre-deux qui présentaient en parements quelques défectuosités. Il a été dépensé en totalité 35,046 fr. 15 c. pour ce travail, y compris le piquage et le nettoyage des parties d'enceinte à réparer, ce qui, pour un cube total de béton coulé de 23,447$^{m.c.}$30, donne une dépense par mètre cube de béton de 1 fr. 49 c.

En résumé, le sous-détail du prix d'un mètre cube de béton d'enceinte de forme de 140 mètres de longueur, de 26 mètres de largeur et de 10 à 14 mètres de profondeur, coulé d'après les procédés que nous venons de décrire et dans les mêmes conditions de nappe d'eau, parfois houleuse et de fond, peut être établi ainsi qu'il suit :

1 mètre cube de béton transporté sur le plancher des caisses et entre-deux à 0 le mètre cube, pour mémoire.	0 fr.	00 c.
A compter pour déchets résultant des accidents de mer, 0 fr. 005 du prix ci-dessus.	»	»
Nettoyage de l'emplacement des caisses et entre-deux.	2	71
Confection des murettes en béton de ciment de Vassy.	7	12
Lançage et mise en place des caisses et entre-deux, y compris fourniture du matériel et accessoires.	3	44
Coulage du béton, y compris fourniture de matériel et accessoires.	0	94
Reprise en béton de ciment des joints et des portions de béton délavées.	1	49
Total.	15	70
Prix d'un mètre cube de béton, non compris la valeur du béton transporté sur le plancher des caisses et entre-deux, non compris non plus les faux frais et le bénéfice des entrepreneurs.. .	15	70

« Les soins minutieux et intelligents qui ont été apportés dans tous les détails d'exécution sont pour beaucoup sans doute dans le succès des procédés de construction dont nous venons de rendre compte. Nous nous plaisons, dit à ce sujet M. Hardy, à rendre le témoignage que, sous ce rapport, une grande part du mérite revient à MM. les conducteurs Trèves et Godard, le premier chargé de la surveillance du coulage de l'enceinte de la grande forme, et le second de la surveillance du coulage de la petite forme et de la fabrication du béton. »

CONCASSAGE DES PIERRES ET MINERAIS

MACHINE AMÉRICAINE A GENOUILLÈRE

Système BLAKE, perfectionné par M. AVERY

MACHINES A EXCENTRIQUES

A MACHOIRE SIMPLE ET A MACHOIRES DOUBLES MOBILES

Par M. DYCKHOFF, constructeur-mécanicien à Bar-le-Duc

CONCASSEUR A PUISSANCE HYDRAULIQUE

Par M. E. CHAMBER

(PLANCHE 7)

APERÇU HISTORIQUE.

Il existe un grand nombre de machines construites sur les systèmes les plus divers et plus ou moins ingénieux pour concasser, écraser, pulvériser, broyer et moudre les matières dures et sèches très-résistantes, tels que les minerais et leurs composés métalliques, émeri, émaux, etc.; les substances également dures, mais moins résistantes comme le verre, la pierre, le marbre, la craie, le gypse, le plâtre, le talc, etc., puis d'autres substances soit végétales, soit animales comme les céréales, le cacao, les épices, les noix, les amandes, l'indigo, les gommes, les écorces de tan, le bitume, la houille, le charbon de bois, le noir animal, les sels, les couleurs, etc.

Ces machines, suivant la nature des substances plus ou moins résistantes, filandreuses, oléagineuses ou élastiques sur lesquelles elles doivent s'exercer, et suivant les qualités que l'on exige d'elles, doivent naturellement fonctionner d'après des principes différents.

C'est ainsi que l'on est arrivé à moudre, dans les meilleures conditions,

les céréales entre deux meules horizontales à surface striée (1) : le plâtre, le tabac, à l'aide de moulins coniques à noix (2) ; les poudres, le charbon de bois, l'huile, etc., en faisant usage de meules verticales en fonte ou en granit tournant sur elles-mêmes et autour d'une colonne centrale dans une auge inférieure ou troisième meule horizontale (3) ; le cacao, le sucre, les produits pharmaceutiques, à l'aide de petites meules arrondies ou de pilons agissant dans un mortier (4).

Mais dans la plupart de ces traitements mécaniques, c'est presque toujours un broyage qui est le but de l'opération, tandis que dans les machines que nous allons examiner, c'est un concassage, c'est-à-dire qu'elles doivent ramener à des dimensions relativement très-réduites des blocs assez volumineux de matières dures, comme les minerais en roche destinés à la fusion, les pierres dures, les silex, etc., dont on fait usage pour fabriquer les bétons ou macadamiser les routes.

C'est par le choc, dont le marteau à main permet le plus aisément l'application, que de tout temps, sans doute, on a accompli ce travail mécanique consistant à briser, concasser, pulvériser les corps. Puis sont venus les pilons à cammes et autres agissant comme les marteaux sur les corps durs placés dans un mortier ; tels sont les bocards précédant les patouillets dont on fait usage pour casser et laver les minerais ; nous en avons donné un dessin et une description dans le volume XII.

Ce même travail de bocardage des minerais s'effectue aussi, dans certaines localités, à l'aide de deux ou trois cylindres horizontaux agissant tangentiellement ainsi que les laminoirs ; mais au lieu d'avoir leur surface lisse comme ceux-ci, ils ont, au contraire, leur périphérie armée de pointes saillantes. Seulement ici, comme on le voit, le concassage n'est plus produit par le choc, mais par la *pression* et par la *manière dont le corps est appuyé et retenu pendant que s'exerce cette pression*. En effet, un corps dur se brise d'autant plus aisément qu'il est en *porte-à-faux* et que son contact n'a lieu que sur une faible surface et sur plusieurs des points que présente la résistance.

Ces considérations sont naturellement subordonnées à la forme du corps, à l'arrangement des particules qui le composent ; un corps rond est plus résistant que s'il avait la forme rectangulaire ; un corps composé de molécules lamellaires, parallèles et appliquées les unes sur les autres, offre

(1) Voir les divers moulins à blé que nous avons publiés dans les vol. I, III, V, VII, XI, X et XV de ce Recueil.

(2) On trouve le dessin et la description de ces moulins dans les vol. VIII et XII. Voir aussi les machines à triturer les bois de teinture et autres dans le vol. II, pl. 10 et 17.

(3) Dans le vol. XII, nous avons donné le dessin des meules en fonte en usage pour la trituration des trois matières composantes de la poudre, charbon, soufre et salpêtre, dans le vol. IX des meules employées à la fabrication des charbons dits de Paris ; et dans les vol. X et XIII des meules pour l'extraction de l'huile.

(4) Les vol. IV, VI et VIII contiennent des machines de ce genre.

moins de résistance que lorsqu'il est formé de petites lames entremêlées de fibres droites ou courbes, divergentes ou entrelacées, etc.

Sans nous arrêter davantage sur ces données générales, dont il est utile cependant de bien se rendre compte pour le choix d'une machine devant le mieux convenir à la nature de la substance sur laquelle elle doit agir, nous allons examiner les principaux systèmes proposés spécialement pour le concassage des minerais, des pierres et autres matières dures d'une texture analogue.

Disons tout d'abord que jusqu'à ces dernières années la totalité, si ce n'est toutes les machines projetées, essayées ou appliquées pour concasser, reposaient sur l'action du choc au moyen de marteaux ou pilons actionnés par des cammes, des excentriques ou des leviers. Dans cette classe nous citerons particulièrement les suivantes :

La machine à casser les pierres de M. Laur, à Nevers, brevetée le 2 juin 1846 (1), dans laquelle une série de marteaux, portant des mentonnets à leur manche, sont soulevés par des cammes fixées sur un arbre qu'un homme fait tourner au moyen d'une manivelle. Les fragments détachés par le choc de ces marteaux tombent sur une grille qui les laisse passer à la dimension voulue (2).

M. Rousseau, à Auxerre, prit successivement deux brevets d'invention pour un *casse-pierres*, l'un le 6 juin 1846, et le second le 20 juin 1847, qui ne diffère du précédent que par quelques détails de construction (3).

En 1849, le 25 octobre, M. Ducourneau, à Agen, s'est fait breveter pour un *mortier concasseur* dans lequel le marteau ou pilon, composé d'une sorte de massue en fer, était suspendu à un ressort en arc de cercle formé de feuilles étagées en acier, comme les ressorts de suspension des véhicules de chemin de fer, L'ouvrier, en appuyant sur ce marteau, faisait fléchir le ressort et produisait le choc nécessaire pour briser la pierre, qui se plaçait sur une enclume en métal de forme parabolique (4).

(1) Avant cette date, nous ne trouvons qu'un seul brevet sous ce titre : *Casse des pierres par mécanique*, par M. Serf, sellier à Marseille. — 30 juin 1843.

(2) Cette machine est publiée dans le vol. VII des brevets d'invention pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844.

(3) En 1847, le 21 avril, M. Marandet, instituteur à Chapois, prit un brevet sous ce titre : *Machine à casser les pierres pour l'empierrement des routes*. Un brevet a aussi été pris en 1848, le 2 novembre, par MM. Vieules, Chameroy et Salarnier, à Aurillac, pour une machine propre au cassage de la pierre, du minerai et de la castine.

(4) Voici encore les titres de différents brevets pris en 1849, 1850 et 1851 pour le même sujet :

Machine dite *concasseur*, propre au concassage des matériaux employés à l'empierrement des routes, par M. Ricard, marbrier, à Toulouse, breveté le 8 septembre 1849.

Machine destinée au cassage des cailloux pour l'entretien des routes, par M. Luquet, conducteur des ponts et chaussées, à Toulouse. (Brevet du 15 juin 1850.)

Appareil de broyage de cailloux et d'autres matières, dit *laminoir-broyeur à Mac-Adam*, par MM. Hacquet et Lebeau, étudiants, à Paris. (Brevet du 26 juillet 1850.)

Procédés de broyage appliqués à concasser les pierres, cailloux, etc., par MM. Vienne et Villard. (Brevet du 24 septembre 1850.)

Machine dite le *concasseur*, servant à briser les pierres, moellons et cailloux, pour

M. Ducourneau modifia ce premier système et prit un nouveau brevet le 21 novembre 1857 pour un appareil beaucoup mieux étudié, composé de plusieurs marteaux actionnés par des cammes, et suspendus au moyen de ressorts au-dessus d'une enclume ou mortier de forme spéciale. Nous avons donné le dessin de cette machine dans le volume XX du *Génie industriel.*

M. Poivet, à Château-du-Loir, s'est fait breveter le 11 avril 1854 pour une machine basée sur le principe du *contre-coup* (1). Dans cette machine, les marteaux ou masses fixées au bout de tiges flexibles sont montées sur un arbre vertical animé d'un mouvement de rotation rapide au moyen d'une transmission par poulies et courroies. Les masses sont étagées deux à deux, présentant ainsi des cercles concentriques superposés formant chacun une batterie. La pierre à casser est placée dans une trémie spéciale à chaque batterie. Par l'inclinaison du plan de cette trémie, la pierre est conduite sur une planchette dont la surface supérieure, légèrement concave et formant un rebord sous le talon de la masse, donne aux matériaux la position la plus favorable pour qu'ils puissent être frappés en plein au passage des masses qui, par leur vitesse et leur choc, chassent vivement cette pierre contre une des enclumes destinées au contre-coup qui existent latéralement. Ainsi chassée, cette pierre est mise en éclats et retombe sur un grillage inférieur qui en opère le triage et l'expulse en dehors de la machine (2).

Le même M. Poivet, en dernier lieu domicilié au Mans, prit de nouveaux brevets les 25 avril 1856 et 16 février 1861 pour des perfectionnements à sa machine *casse-pierres* consistant en un changement de forme et de disposition du casseur et de sa caisse, ou plutôt des enclumes contre lesquelles les pierres frappées par les masses sont lancées pour recevoir le contre-coup.

Suivant le même ordre d'idées que M. Poivet, MM. Boyenval et Ligerot, à Paris, se sont fait breveter, le 2 mai 1854, pour un *casseur à forge centrifuge* qui diffère comme construction du système précédemment décrit, mais dont le mode d'action est sensiblement le même.

Nous pouvons citer encore, comme établi sur le même principe, l'appareil de M. Couvreux, à Bazeilles, breveté le 27 mars 1862, qui se compose d'une grande roue, munie sur la circonférence de ses jantes de fortes dents en fer. Cette roue est placée dans un coffre en charpente surmonté d'un plancher qui communique avec la roue par un couloir servant à l'introdution des pierres. La roue étant animée d'une grande vitesse au moyen d'une poulie, les pierres qui arrivent à sa surface sont prises par les dents qui les lancent sur des marbres ou plaques en fonte fixées à cet effet à l'intérieur du coffre, et sur lesquelles elles se brisent.

Participant de ce principe, mais pourtant avec des différences assez sensibles, MM. Chevallard, Desmons, Causse, Canu et Horeau, se sont fait breveter le 9 juillet 1859, pour une machine dans laquelle le cassage ou la pulvérisation s'obtient par des chocs vivement répétés que les corps reçoivent d'organes disposés

l'approvisionnement du gravier nécessaire à l'entretien des routes, par M. Magnan, à Perpignan. (Brevet du 30 janvier 1851.)

(1) Quand une pierre est frappée vivement, il s'établit dans ses molécules, suivant M. Poivet, une vibration plus ou moins intense, suivant sa nature. Si un choc a lieu pendant que la vibration a encore toute son intensité, il s'établit une deuxième vibration qui contrarie la première et brise la pierre.

(2) Le dessin de cette machine est publié dans le vol. XXXVII des brevets d'invention délivrés sous le régime de la nouvelle loi.

dans ce but, l'inertie seule des corps servant de contre-partie. Dans cette machine, le cassage des blocs à réduire en morceaux a lieu dans un espace où ils se trouvent enfermés entre des cylindres tournants, espace d'où ils ne peuvent sortir que lorsqu'ils ont atteint, au moins dans un sens, la dimension à laquelle on veut opérer le cassage. Un plateau lisse, tournant horizontalement, reçoit les blocs, et, par sa rotation rapide, les présente sans cesse à une série de cylindres batteurs à axes verticaux, montés autour du plateau et tournant dans le même sens. Ces cylindres laissent entre eux un espace destiné au passage des morceaux cassés.

Comme nous l'avons dit, les dispositions les plus nombreuses sont celles des machines à marteaux montés sur un axe horizontal et se mouvant alors dans un plan vertical.

De ce système est la machine à casser les cailloux dont les marteaux sont à manches flexibles et l'enclume à coquille avec débourreur, de MM. Marchon et Beausoleil, à Lyon, brevetés le 19 mai 1854 (1); la machine avec marteaux à cammes et enclume mobile à mouvements saccadés de M. Meynier, à Paris, brevetée le 29 avril 1856; celle de M. Rubé, à Montdidier, brevetée le 25 juillet 1856; celle de M. Cambuzat, à Paris, brevetée le 22 juin 1857; la machine à simple marteau suspendu à l'extrémité d'un long levier, manœuvré à bras, de M. Rivière, brevetée le 15 mai 1859; celle à marteaux multiples rangés en hélice autour de l'arbre, de M. Larpent, à Paris, brevetée le 15 avril 1859; celle de M. Plumeau, à Pujard, brevetée le 14 mars 1861.

Parmi les machines dont le choc est produit par des marteaux, il nous faut mentionner plus particulièrement celle de M. Dumarchey, qui prit en France successivement trois brevets, le 30 mars 1859, le 6 septembre 1860 et le 22 décembre 1863. Cette machine se compose d'un fort bâti qui supporte les paliers d'un arbre horizontal, muni, d'un bout, du volant régulateur, et de l'autre, d'une poulie recevant le mouvement du moteur. Entre les deux coussinets sont fixés sur l'arbre des leviers garnis chacun à son extrémité d'une masse en fer, et disposés de manière à frapper deux ou plusieurs coups à la fois, ou alternativement selon que le besoin l'exige. A peu près verticalement, sous l'axe et sur un support en bois, se trouve une enclume en fer ou en fonte, qui peut être d'une seule pièce dans toute sa longueur, afin que toutes les masses viennent y frapper et casser les matières qui s'y trouvent, ou bien être divisées en autant de pièce qu'il y a de masses. A la suite de cette enclume, et formant un quart de cercle excentrique autour de l'axe, se trouvent des cylindres allant en diminuant de diamètre et qui, pouvant tourner librement sur leur axe, servent de tablier mobile pour le départ des pierres concassées, lesquelles peuvent tomber entre les espaces vides laissés plus ou moins grands, suivant les besoins, entre chaque rangée de cylindres.

Dans la plupart des machines qui effectuent le concassage au moyen de marteaux, les inventeurs paraissent s'être préoccupés surtout des dispositions de l'enclume. Des brevets ont même été pris spécialement pour cet organe. Nous citerons ceux de M. Debant, à Salies, du 1er septembre 1856; de M. Michonnet, à Paris, du 11 octobre 1861; de M. Charcouchet, à Lyon, du 21 juin 1862.

(1) Le dessin de cette machine est donné dans le vol. XXXVIII desdits Brevets d'invention.

Dans les deux premiers, l'enclume est simple et ne présente, comme particularité, que des arêtes saillantes de forme spéciale; mais, dans le système de M. Charcouchet, c'est une véritable machine qui se compose d'un châssis en fonte avec son crible, formé par une série de barreaux en fer espacés à la dimension à donner aux pierres, et comportant un couloir destiné à l'introduction des matériaux. Les barreaux de ce crible sont enchâssés dans l'enclume mobile placée à 45 degrés et comportant une série de cubes affectant une forme rhomboïdale à leur sommet, et espacés d'axe en axe d'une distance égale. Cette enclume joue sur un arbre servant de pivot à charnière, lequel a ses extrémités dans un coulisseau, tandis qu'il repose, dans sa longueur, sur les fourchettes de deux tampons qui ont pour effet d'atténuer les chocs de la masse, et d'empêcher par leur élasticité la pulvérisation qui doit résulter du bris sur un point fixe.

Après les machines à concasser, dans lesquelles le travail est produit à l'aide de marteaux ou masses, agissant alternativement et fixées aux extrémités de manches flexibles ou non, actionnées par des arbres à cammes, viennent les machines à pilons verticaux commandés, soit aussi par un arbre à cammes, soit directement par un cylindre à vapeur, comme les marteaux-pilons employés dans les forges (1).

De ce nombre sont les suivantes :

Le marteau à cammes, de MM. Mader et Delgay, à Toulouse, breveté le 29 novembre 1853; la pilonnière à cammes, pour routes et béton, de MM. Hutinel et Graux, à Clairvaux, brevetée le 9 septembre 1854 (2); le système à vapeur et à cammes bien étudié, par M. Bac, conducteur des ponts et chaussées à Rosoy, breveté le 17 septembre 1854; le brevet de M. Jeanne, du 11 janvier 1858, dans lequel cet inventeur propose l'emploi de plusieurs marteaux-pilons à vapeur, rangés sur une même ligne et agissant sur des enclumes desservies par une toile métallique sans fin.

Nous arrivons maintenant au troisième genre de machines à concasser, à celles qui sont composées de cylindres horizontaux tournant tangentiellement et armés de dents saillantes sur leur périphérie. De ce système, nous citerons la machine de M. Bresquignan, brevetée le 20 septembre 1854, qui est composée de deux paires superposées de cylindres broyeurs dentés, dont les écartements sont réglés suivant les dimensions que doivent avoir les pierres. Un pilon ou *mouton* est appliqué contre la machine, afin de briser les pierres trop grosses pour être engagées entre les cylindres.

Se sont fait breveter pour des machines basées sur le même principe d'action, MM. Peyron et Bonnamain, à Montbrison, le 26 janvier 1855, et M. Damitte, à Paris, le 23 août 1860.

Dans toutes les machines que nous venons d'examiner, le concassage des matières dures a toujours lieu, comme on l'a vu, au moyen de chocs plus ou moins violents entre deux surfaces solides, telles que l'enclume pour le marteau, le mortier pour le pilon, le marbre pour la molette, la

(1) Nous avons publié plusieurs de ces appareils dans les vol. II, VI et XI de ce Recueil.

(2) Le dessin de cette machine est publié dans le vol. XLI des Brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844.

meule, le cylindre pour le laminoir ou le cône denté des moulins à noix, l'auge ou le bassin pour les sphères ou autres corps pulvérisateurs des triturateurs à boulets, dans le cas de réduction plus complète que celle de simple concassage.

Au contraire, dans les nouvelles machines dont nous allons faire connaître les dispositions spéciales, ce n'est plus le choc qui produit le concassage, mais une simple pression qui, répétée sur divers points du corps placé à faux, finit par le faire pour ainsi dire éclater. Ce système offre cet avantage sur les machines à marteaux, à pilons et autres agissant par choc, c'est que ces organes peuvent résister plus longtemps, et que les produits sont obtenus à la grosseur voulue, d'une façon plus régulière et avec beaucoup moins de déchets, c'est-à-dire moins de menus.

Cet appareil, dont le principe paraît appartenir à un Américain, M. Blake, de New-Haven, consiste en deux mâchoires rainées de forme trapézoïdale, l'une fixe et verticale, l'autre inclinée, montée à charnière à son extrémité supérieure autour d'un axe fixe horizontal et formant, avec la mâchoire fixe et les parois du bâti, une trémie dont les ouvertures d'entrée et de sortie sont déterminées d'après la grosseur des matières à concasser et du concassé à obtenir.

La mâchoire mobile reçoit un mouvement de va-et-vient de peu d'étendue, mais très-rapide, d'un levier à genou, lequel est actionné par l'intermédiaire d'un long levier inférieur et d'une bielle commandée par un arbre coudé. Cet arbre, placé à l'arrière de la machine est muni de deux volants et d'une poulie qui communique avec le moteur par une courroie (1).

Telles sont les principales dispositions de la machine primitive de M. Blake; nous allons décrire les divers perfectionnements qui lui ont été apportés par plusieurs constructeurs et pour lesquels ils se sont fait breveter.

DESCRIPTION DE LA MACHINE AMÉRICAINE PERFECTIONNÉE PAR M. F. AVERY,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2 DE LA PL. 7.

Comme il vient d'être dit, dans la machine de M. Blake le mouvement de la mâchoire mobile est transmis de l'arbre à la genouillère par un long levier, et la mâchoire fixe est verticale. Ces dispositions présentent quelques inconvénients qui sont :

1° De réduire la section d'introduction des matières à concasser; de plus, par suite de la position verticale des deux parois latérales de la

(1) Nous avons donné le dessin de cette machine, brevetée en France à la date du 14 janvier 1858, dans le vol. XXI (N° de septembre 1861) du *Génie industriel*.

trémie, il arrive fréquemment que les blocs, en descendant vers le fond, viennent buter contre ses parois, lesquelles faisant office de pieds-droits, aident à la formation de voûtes produites par les fragments déjà en partie concassés, s'appuyant les uns contre les autres. Il en résulte que, pendant un certain temps, plus ou moins long, la descente se trouve arrêtée jusqu'à rupture de ces voûtes, mais la machine marche toujours: il y a donc perte de puissance motrice en même temps que perte de temps.

2° Les coins qui, dans la machine primitive permettent de faire varier la course de la mâchoire mobile sont disposés au milieu, entre les volants, ce qui nécessite, lorsque l'on juge nécessaire de régler l'amplitude du mouvement suivant la grosseur des pierres soumises au concassage, d'arrêter la machine.

L'expérience ayant fait reconnaître ces inconvénients, M. Avery s'est proposé de les faire disparaître en simplifiant l'agencement tout en réduisant l'emplacement occupé par la machine.

La fig. 1 représente en section verticale et longitudinale cette machine perfectionnée, et la fig. 2 est un plan du nouveau serrage à coins appliqués à l'arrière, en dehors des volants, et permettant, par suite, de régler l'ouverture de la mâchoire même en marche.

On voit que dans cette machine l'arbre moteur A, au lieu d'être placé à l'extrémité arrière du bâti B, est transporté au milieu, soutenu par deux paliers *b* venues de fonte avec ce bâti.

Cet arbre reçoit à chaque extrémité un volant en fonte V, et, de plus, d'un côté, une poulie reliée aux bras du volant par les boulons *a;* il est forgé, au milieu de sa longueur, avec un coude formant manivelle pour recevoir la tête de la bielle C qui, à sa partie inférieure, présente un tourillon sur lequel s'articulent les deux leviers D et D′, dont la réunion forme la genouillère. On voit que celle-ci se trouve actionnée directement par l'arbre à manivelle, tandis que dans la machine primitive il y avait comme intermédiaire un levier qui occupait en dessous toute la longueur du bâti, pour se relier, ainsi que nous l'avons dit, à la bielle et à l'arbre monté à l'arrière.

Les deux leviers D et D′ ont pour largeur celle intérieure du bâti (voy. fig. 2), et leurs deux extrémités opposées, qui sont arrondies, vont, en s'engageant dans des rainures de forme correspondante, s'arc-bouter, l'une vers le bas de la mâchoire M, l'autre contre la pièce de butée E; cette dernière est engagée dans un évidement pratiqué dans l'épaisseur du bâti, ainsi que le coin F (fig. 2) destiné à régler sa position, c'est-à-dire à l'éloigner ou à la rapprocher de la mâchoire mobile et, par suite, faire varier, plus ou moins, l'écartement qui doit exister entre cette dernière et la mâchoire fixe M′.

Le déplacement de ce coin de serrage est obtenu en agissant sur les écrous extérieurs *f*, de façon à faire tourner, dans le sens convenable, la

tige *f'*, qui est filetée et traverse l'écrou *e* ajusté dans l'épaisseur du coin.

Pour maintenir en contact intime et permanent la mâchoire mobile, qui est articulée à charnières sur le boulon en fer *m*, reposant sur la tête du bâti auquel il est solidement relié par des brides à clavettes, des ressorts en caoutchouc *g*, renfermés dans une boîte fondue avec la traverse G fixée au bâti, sont reliés par la tige *g'* à la mâchoire. Ces ressorts, composés de rondelles avec disques en fer interposés entre elles comme les tampons de chemin de fer, sont traversés par ladite tige *g*, dont l'extrémité filetée est engagée dans un écrou en bronze fondu avec le petit volant à main *v*. En faisant tourner ce volant dans le sens convenable, on règle la tension du ressort, lequel se trouve comprimé dans le mouvement de l'arrière à l'avant de la mâchoire, et qui, ensuite, par sa puissance d'expansion, la rappelle de l'avant à l'arrière.

Comme on le remarque, la mâchoire fixe M a reçu une inclinaison que l'expérience a démontrée convenable pour faciliter l'introduction dans l'appareil de blocs plus volumineux, et, suivant la nature des produits à concasser, cette mâchoire, ainsi que celle mobile, peuvent être complétement unies, striées ou cannelées dans un sens quelconque, ou même dans plusieurs sens à la fois.

Enfin, pour faciliter le dégagement des matières, les parois latérales de cette trémie sont inclinées légèrement vers le bas, de telle sorte que, contrairement aux côtés formés par les mâchoires, l'entrée est un peu plus étroite que la sortie; il résulte de cette disposition que l'arrangement en voûte des matières n'est plus possible, et que leur chute devenant facile, le rendement se trouve augmenté.

SERVICE ET RENDEMENT DES CONCASSEURS DU SYSTÈME AMÉRICAIN.

Nous ne possédons pas de renseignements précis en chiffres sur le travail de la machine perfectionnée que nous venons de décrire, mais nous pouvons, d'après une communication faite à la Société des ingénieurs-mécaniciens anglais, par M. J. Lancaster, donner les résultats obtenus avec les machines américaines de M. Blake, dont nous avons fait connaître les dispositions, et qui, comme on l'a vu, ne diffèrent que par quelques détails de construction.

Les machines dont il est ici question sont employées aux usines de Kirkless-Hall pour broyer la pierre calcaire et le minerai. L'une sort des ateliers de l'inventeur, et a commencé à marcher en octobre 1862; depuis elle a toujours fonctionné. La dimension des mâchoires est de 0m510 de long sur 0m178 de largeur d'ouverture au sommet, ce qui représente par conséquent la plus grande pierre que la machine puisse broyer. Le poids le plus considérable de pierres calcaires broyées en une journée de dix heures, a été de 120 tonnes, c'est-à-

dire 12 tonnes par heure; mais le poids moyen des pierres broyées par journée de travail régulier est de 100 tonnes par jour ou de dix tonnes par heure.

En présence de l'économie et de l'avantage que donne l'emploi de cette machine, comparativement au travail manuel, M. Lancaster a fait établir par M. Marsden, constructeur anglais de Leeds, une seconde machine qui commença à fonctionner au mois d'août 1864, et qui, comme la première, est destinée à broyer des pierres calcaires; ses mâchoires ont 0m510 de longueur sur 0m254 de largeur d'ouverture au sommet.

Cette seconde machine broie environ la même quantité de pierre par jour que la première; elle est maintenant employée pour réduire en menus morceaux des minerais de fer ou autres pour les hauts-fourneaux, aussi bien que les scories que l'on utilise à l'entretien des routes.

Après des expériences faites sur ces deux machines, M. Lancaster a trouvé que les frais de broyage de toute espèce de matière à la dimension environ des scories employées sur les routes, ne s'élevait qu'à 30 centimes par tonne, y compris le déchargement des wagons, l'introduction des matières dans la machine, la force du moteur à vapeur, enfin toutes les dépenses nécessaires au service de la machine.

La vitesse transmise à l'arbre moteur actionnant la machine, était d'environ 200 révolutions par minute, et l'écartement de celle-ci de la mâchoire fixe, rapprochée le plus près possible, était en bas de 0m0254; le rendement dans ces conditions est d'environ 5 tonnes par heure; mais lorsque les mâchoires sont distantes de 0m040 à 0m045, on peut obtenir le rendement mentionné plns haut de 10 à 12 tonnes par heure.

La force nécessaire pour faire marcher une machine de la plus grande dimension serait de 15 chevaux.

Les seuls organes qui aient été remplacés jusqu'à présent aux deux machines dont il s'agit, sont les mâchoires fixes et mobiles; on a constaté qu'avec un travail constant, elles pouvaient durer environ six mois, et que les plus résistantes étaient celles en fonte blanche, avec les faces cannelées bien refroidies. Là seulement est l'usure, sauf pourtant celle qui existe dans toutes machines en mouvement, des coussinets de la bielle et de l'arbre à manivelle.

Dans le prix de revient estimé plus haut de 0 fr. 30 par tonne, pour le concassage, ne sont pas compris les frais de camionnage pour apporter et emporter les matériaux, ni l'intérêt du capital nécessaire à l'achat de la machine, ni les frais d'entretien, et ajoutons aussi que le coût du charbon aux usines de Kirkless-Hall, qui est compris dans le prix de 0 fr. 30, n'est que de 4 fr. 35 par tonne.

Le minerai de fer employé dans ces usines est très-dur : aussi la machine doit-elle fonctionner plus lentement avec ce minerai qu'avec d'autres, en ce qu'il lui faut broyer plus longtemps pour réduire; mais en général on a trouvé que les matières les plus lourdes passaient plus promptement que celles plus légères, leurs plus grands poids les maintenant plus sûrement et les faisant mieux se présenter à l'action des mâchoires.

Il y a maintenant environ une cinquantaine de ces machines utilisées dans les carrières de granit pour casser les petits morceaux destinés à l'entretien des routes, et là où les déchets étaient perdus ou devaient être cassés à la main, avec une dépense de 2 fr. 50 par tonne, on obtient maintenant ce travail à

raison de 0 fr. 30 par tonne, et les déchets de pierre sont aussi vite débités que les tombereaux peuvent les emporter.

Quelques-unes de ces machines sont aussi employées pour concasser de la pierre d'émeri, que l'on soumet ensuite à une pulvérisation plus complète; on a ainsi, par leur usage, obtenu une grande économie, principalement en ce qu'elles ne font pas autant de poussière que les machines à moudre ordinaires.

Jusqu'à ce jour, il a été difficile de respirer dans un moulin à émeri, vu la quantité de poudre très-fine répandue dans l'air, laquelle formait, en outre, un déchet très-appréciable; en même temps que pour moudre l'émeri et lui donner toute grosseur voulue de grain, on éprouvait de grandes difficultés à ne point le produire également en poudre fine.

La nouvelle machine, en permettant de concasser sans chocs l'émeri en petits morceaux appropriés pour le moulin à moudre, évite en partie ces inconvénients, car elle ne produit qu'une faible quantité de poudre fine; ce qui apporte une grande économie, car la plus grande dépense provenant des déchets, consistait principalement dans la réduction des grands blocs en morceaux de la dimension voulue pour le moulin.

Ce système de machine a aussi été employé pour broyer des minerais d'étain, de cuivre et d'or, et ici encore on lui a trouvé des avantages sur les bocards, ces derniers offrant l'inconvénient de détruire avec leurs pilons la matrice; la matière dont celle-ci est composée, se trouvant pulvérisée, se mêle au minerai, et l'appareil à laver a d'autant plus de difficulté pour séparer les matières étrangères. En faisant usage de la nouvelle machine, on peut, après le broyage, recueillir 75 pour cent de matière étrangère, en disposant au-dessous des mâchoires une table tournante desservie par des enfants, qui enlèvent les gros morceaux de pierre et de gangue mélangés au minerai : on peut donc ainsi ne laisser que 25 pour cent à laver, au lieu de la masse entière; l'action de la machine étant d'ouvrir, de dégager le métal sans pulvérisation.

Le prix d'une des plus grandes machines, ayant des mâchoires de 0^m510 de long sur 0^m254 de largeur d'ouverture au sommet, est, tout compris, de 6,000 fr.

La plus petite machine qui ait été construite, pesant 3 1/2 tonnes, coûte 3,500 fr.; elle a été construite aux États-Unis avant que ce système eût été introduit en Angleterre; elle fonctionne maintenant dans une carrière de schiste (*Whinstonne*) à Witton-le-Wear, et broie quarante tonnes de schiste par jour; M. Marsden l'a vue broyer jusqu'à 3^m à 3^m 1/2 cubes par heure.

La plus grande machine construite en Amérique avait des mâchoires de 0^m 510 de long sur 0^m188, au lieu de 0^m254 de largeur d'ouverture. On a eu à subir plusieurs ruptures avant que le bâti en fonte soit établi avec assez de solidité pour résister aux efforts qu'il devait supporter en broyant de la pierre.

Le travail auquel cette machine fut d'abord consacrée en Amérique, consistait à broyer des pierres dans le parc central de New-York, dans lequel, en 1858, on devait faire de 5 à 7 milles de route. On avait besoin pour cela d'une grande quantité de pierre, et on ne voulait en mettre aucune sur cette route, qui ne passât dans un anneau de 0^m0508 de diamètre : le prix payé pour casser la pierre dans ces conditions par le travail manuel, était d'environ 11 fr. par mètre cube. La machine concassa la pierre, à raison de 3 fr. 50 seulement par mètre cube; aussi, après trois mois écoulés, une somme suffisante pour payer entièrement sa valeur avait été économisée; de plus, le travail a été trouvé infiniment

plus régulier que celui du travail manuel qui coûtait plus de trois fois plus. Les pierres à broyer étaient des cailloux de roche bleue, aussi durs que du silex et considérablement plus tenaces.

Toutes les fois que cela est possible, ces machines doivent être disposées de façon à s'alimenter automatiquement, soit par un couloir incliné, lorsque la pierre se trouve à un niveau élevé, soit par des élévateurs qui, du sol, transportent la matière dans la machine. Dans une carrière, une de ces machines a été installée au bas d'un coteau, et un couloir incliné conduisait les pierres directement dans la trémie; par ce mode d'alimentation, un homme pouvait fournir 100 tonnes de pierre par jour à la machine, et faisait ainsi l'ouvrage de quatre hommes qui auraient alimenté manuellement. En ajoutant des rails pour amener les wagons immédiatement au-dessous de la machine, on pouvait charger un train de 12 wagons en vingt minutes; il suffisait d'ouvrir une trappe et de laisser écouler la pierre cassée dans les wagons.

Ainsi disposé, on a trouvé que la pierre pouvait être broyée et emportée à 50 milles sur les rails, à moins de frais qu'il n'en fallait auparavant pour charger et délivrer la pierre brute. Là où la pierre devait être fournie manuellement à la machine, il fallait compter 10 centimes de plus par tonne.

La machine des usines de Kirkless-Hall était placée à un niveau tel, qu'il n'était pas possible de l'alimenter automatiquement; à la main, l'homme chargé de ce soin pouvait fournir 30 tonnes par jour, à raison de 3 fr. 10 c.; c'est la première machine qui ait fonctionné en Angleterre; toutes les autres ont été introduites depuis 1862.

Le constructeur, M. Marsden, fait observer que dans la construction des mâchoires on doit faire une différence pour celles destinées à broyer les pierres pour les routes, lorsqu'on veut éviter de faire de la poussière, et de celles employées pour écraser les scories (*bulldog*), par exemple, destinées à garnir les fours à puddler, où la poussière importe peu. Pour ce dernier travail, les dents des mâchoires doivent être plus plates, et leur hauteur n'être que de 12 à 13 millimètres, tandis que dans les machines destinées à broyer les pierres pour les routes, les dents doivent être beaucoup plus tranchantes, et former une saillie de 20 millimètres environ. Dans les deux cas, les dents sont espacées de la même manière: savoir de 0^m 625 de centre à centre; la pointe des dents est plate, de 3 à 6 millimètres de largeur, et les bords sont arrondis.

Une de ces machines avec des dents plus tranchantes, est maintenant employée aux usines de Gateshead pour traiter des pyrites: il est essentiel dans ce cas de concasser en évitant autant que possible de les réduire en poussière, et elle remplit parfaitement son but.

DESCRIPTION DES MACHINES A EXCENTRIQUES

A MACHOIRE SIMPLE ET A MACHOIRES DOUBLES MOBILES, DE M. DYCKHOFF,

REPRÉSENTÉES PAR LES FIG. 3 A 7, PLANCHE 7.

Sur le même principe de l'écrasement entre des mâchoires, M. Dyckhoff a imaginé et fait exécuter dans ses ateliers deux dispositions de machines à concasser, parfaitement entendues comme construction, qui,

par cela même, offrent un véritable intérêt et présentent dans la pratique des avantages notables.

Système a machoire simple. — La première de ces machines est à une seule mâchoire mobile; elle est représentée en section verticale et longitudinale fig. 3, et en plan, partie coupée horizontalement, fig. 4.

Cette machine, composée d'une caisse en fonte B, fermée de trois côtés, est reliée par quatre forts boulons B' aux deux paliers *b*, qui reçoivent dans des coussinets en bronze l'arbre coudé A. Les boulons sont munis d'embases qui maintiennent l'écartement entre la caisse et les paliers; des écrous *b'* en opèrent le serrage : le tout est fixé solidement sur un fort cadre en charpente G qui repose sur le sol, et porte les paliers *g* dans lesquels tourne l'arbre moteur H; celui-ci est muni du volant régulateur V et des poulies P et P', l'une fixe recevant le mouvement du moteur, et l'autre folle pour l'interrompre à volonté.

Cet arbre porte, sur le bout opposé au volant, le pignon *p* qui engrène avec la grande roue R, calée sur l'arbre à manivelle A, auquel il transmet un mouvement de rotation continu, retardé dans le rapport de 1 à 5, le pignon ayant 0m200 au cercle primitif des dents, et la roue 1 mètre.

Le coude ou la manivelle de l'arbre A est tourné avec deux collets, près des embases des paliers, pour recevoir les coussinets en bronze de la bielle à deux têtes C. Celle-ci *commande directement la mâchoire mobile M'*, à laquelle elle est reliée par des boulons *c* laissant le jeu nécessaire au mouvement, lequel s'opère sur une petite saillie ménagée de fonte vers le milieu de la hauteur de la mâchoire, et correspondant à une saillie semblable, dont la plaque inclinée qui forme l'extrémité de la bielle est pourvue. Entre cette plaque et la face arrière de la mâchoire, sont interposés deux petits blocs de bois *d* permettant une certaine élasticité pendant la compression.

Un assemblage analogue, composé du bloc *d'*, serré par les boulons *e*, a été adopté par le constructeur pour la réunion de la mâchoire fixe M avec le fond de la caisse, lequel est fondu avec de fortes nervures pour résister à la pression.

Système a deux machoires mobiles. — La fig. 5 est un plan général de cette machine vue en dessus.

La fig. 6 en est une section verticale faite suivant la ligne 1-2, et la fig. 7 une coupe transversale passant par le milieu, suivant 3-4.

Ce second modèle, mieux groupé et plus ramassé, est composé d'un fort bâti en fonte, dont les côtés B et B' sont assemblés par les entretoises *e*, et des tirants en fer avec douille en fonte *e'* (fig. 3). Ce bâti, fixé par des boulons *f* sur le châssis en charpente G, est terminé par les forts paliers *b* et *b'*, dans lesquels tournent librement les deux arbres à excentriques A et A', dont les extrémités sont munies des deux roues droites dentées R et R', commandées par le pignon *p*.

L'arbre H de ce pignon est supporté, d'un côté, par un coussinet en bronze *g*, logé dans l'épaisseur de la flasque B du bâti (voy. fig. 7), et de l'autre, par un palier indépendant *g'* (fig. 5), monté sur une pièce de bois reliée au châssis G'.

Les entretoises inférieures *m* et *m'* sont en fer forgé, et servent de tourillons à deux fortes plaques en fonte C et C' qui, par suite, peuvent osciller ; une partie de leur face extérieure est dressée pour recevoir les patins *e* et *e'*, traversés par les arbres A et A'. Ces patins sont garnis de bandes d'acier pour le frottement, et sont reliés aux plaques par des platines en fer *h*, qui laissent le jeu nécessaire au déplacement des mâchoires.

Ces plaques se trouvent donc reliées aux colliers *sans l'intermédiaire d'aucune bielle*, mais non d'une manière rigide, de façon à être seulement entraînées par ceux-ci dans le mouvement alternatif qui leur est imprimé par les excentriques, tout en permettant aux patins des colliers de glisser sur les surfaces dressées des plaques.

Sur ces plaques sont superposées les mâchoires en fonte M et M' coulées en coquilles, unies du côté où elles sont en contact avec les premières, et présentant des saillies en forme de pointe de diamant du côté tourné vers l'intérieur du bâti. Ces mâchoires sont placées l'une par rapport à l'autre suivant une certaine inclinaison, de manière à former les parois d'une trémie.

Les matières à concasser sont jetées dans la partie supérieure, et à chaque révolution des arbres A et A', chacun des morceaux contenus est brisé en plusieurs autres qui, étant d'un volume moindre, descendent progressivement jusqu'au moment où, réduits à une grosseur convenable, limitée par l'écartement des mâchoires à leur partie inférieure, ils s'échappent au-dessous pour tomber soit dans un wagon, soit sur une nappe sans fin N, qui les transporte en tout autre point de l'établissement.

Les saillies que présentent les mâchoires M et M' ont pour but, non-seulement de faciliter la rupture des morceaux, en pénétrant dans ceux-ci sous forme de coin, mais aussi d'empêcher qu'ils remontent en glissant sur les faces inclinées, ce qui ne manquerait pas de se produire si elles étaient entièrement planes.

La disposition adoptée pour cette machine permet de concasser des matières très-dures ; la différence entre les rayons des engrenages R et R' et des excentriques est telle, qu'un léger effort exercé sur les dents des roues produit une pression considérable sur les deux plaques.

Pour obtenir dans cette machine une ouverture plus ou moins grande des mâchoires, il suffit de modifier la position respective des deux excentriques en faisant varier seulement celle des dents d'engrenage.

Les deux mâchoires M et M', ayant chacune une course égale à la moitié seulement de l'espace dont elles doivent se rapprocher, les

engrenages R et R′ ont à résister à une pression, et les arbres A et A′ à une torsion bien moindre que si l'une des mâchoires restait fixe, et l'autre mobile de toute la course nécessaire.

La réaction produite par la pression agit dans cette machine de manière à rompre les côtés B et B′ du bâti ; pour les consolider et éviter que la fonte peu résistante au choc porte sur la totalité de l'effort, la partie inférieure du bâti est renforcée par deux forts liens en fer forgé I (fig. 7), mis à chaud sur les moyeux, qui sont traversés par les entretoises *m* et *m′*, maintenues par les bouchons à vis *n*. Dans la partie supérieure, la pression est supportée par quatre grands boulons *b′* traversant entièrement les tubes creux fondus avec les côtés, et servant en même temps à fixer les coussinets des deux arbres A et A′.

Par ce mode de construction, la fonte des flasques du bâti est presque entièrement déchargée, et la réaction de la pression a pour effet de soumettre seulement les frettes I et les boulons *b′* à un effort de traction longitudinale. Quant à la pression latérale tendant à écarter les deux côtés du bâti, pression qui, relativement à l'autre, est très-faible, elle est supportée par les entretoises *e′* et les agrafes *e*.

Afin d'amortir le choc qui se répète à chaque tour des arbres M, des plateaux en bois *d* et *d′* sont interposés entre les mâchoires et les plaques en fonte C et C′, de manière à former entre ceux-ci un coussin quelque peu élastique suffisant pour empêcher une rupture.

Suivant la grosseur des morceaux concassés que l'on désire obtenir, on réduit ou on augmente l'épaisseur de ces plateaux en bois.

Enfin, un volant V, monté sur l'arbre moteur H, s'oppose à l'irrégularité de mouvement qui serait occasionné par le travail intermittent de la machine. Deux poulies P et P′, l'une fixe et l'autre folle, placées sur le même arbre, reçoivent alternativement la courroie motrice.

Ce système de machine peut, sans changement de disposition, être employé avec un égal avantage au concassage des minerais, du sel gemme, des pierres, etc., en modifiant seulement la forme des saillies des mâchoires et la force des divers organes qui la composent, suivant la nature et la dureté des matières à concasser.

Voici, du reste, des résultats d'expériences qui nous ont été fournis par M. Dyckhoff.

SERVICE ET RENDEMENT DE LA MACHINE.

Les matières à concasser sont amenées sur un plancher ou plate-forme établi au niveau de la charpente supportant la machine; là, deux hommes prennent à la main les morceaux de minerais, de pierres, etc., et les jettent un à un entre les mâchoires disposées en forme de trémie; cette manière d'alimenter la machine est préférable à celle qui consisterait à placer au-dessus des mâchoires une autre trémie destinée à rece-

voir les morceaux, non un à un, mais par wagonnets ou brouettées entières; ces morceaux présentant une grande irrégularité dans leurs formes, les angles en saillies des uns s'arrêteraient dans les creux des autres et ils formeraient ensemble dans la trémie une sorte de voûte qui ne laisserait plus descendre les matières et interromprait par conséquent l'alimentation de la machine.

Les morceaux réduits à une grosseur convenable, limitée par l'écartement des mâchoires à leur partie inférieure, sont reçus sur une nappe sans fin mise en mouvement par l'arbre moteur de la machine elle-même; cette nappe, placée suivant une certaine inclinaison, relève les matières concassées à une hauteur telle qu'elles puissent tomber librement, sans le secours de bras d'hommes, dans des wagonnets placés à l'extrémité de la nappe.

Cette nappe devient inutile dans le cas où, sans inconvénient pour la facilité de l'arrivage des matières à concasser, on peut établir la machine à une hauteur suffisante pour laisser en dessous le passage à des wagonnets dans lesquels tombent directement les morceaux sortant du concasseur. Avec ou sans nappe, un homme peut déplacer les wagonnets pleins et placer les wagonnets vides sur le chemin de fer établi sous la machine : trois hommes suffisent donc pour la desservir.

Avec ce personnel, les essais ont donné pour résultats :

100,000 kilogrammes de minerais de fer concassés en 12 heures de travail; les blocs de minerais étaient pris tels qu'ils sortaient des minières, c'est-à-dire de 0^m35 à 0^m50 de grosseur.

En pierres de route, le rendement a été seulement de moitié, soit 25 mètres cubes en 12 heures, car cette matière étant beaucoup plus dure que le minerai, les essais ont dû être faits avec des excentriques donnant aux mâchoires une course moitié de la précédente, afin que les dents des engrenages ne supportent pas un effort plus considérable que celui pour lequel ils ont été calculés.

Avec les mêmes excentriques que pour la pierre, ont été concassés des laitiers très-durs, d'une nature particulière, obtenus dans les fourneaux de Novéant (Moselle), et auxquels on a donné le nom de *porphyre artificiel*.

La même machine a encore brisé des morceaux d'une pierre dite pierre euritique, d'une extrême dureté, égale, sinon supérieure à celle du marbre. — Ce dernier essai, auquel la machine a très-bien résisté, n'a été fait que pour éprouver sa puissance et sa solidité.

Le sel gemme n'a pas été essayé sur cette machine, mais celle qui est représentée par les fig. 3 et 4 est employée à cet usage aux salines de Saint-Nicolas-Varengeville, et, quoique construite moins solidement que la nouvelle, travaille depuis près de deux ans et concasse chaque jour 48 mètres cubes en 12 heures.

La seconde machine donnerait, suivant M. Dyckhoff, le même produit en sel gemme qu'en minerais de fer.

Les quantités de matières concassées indiquées ci-dessus ont été obtenues en faisant marcher le concasseur à raison de 30 coups de mâchoires par minute; le rendement peut donc être considérablement augmenté en accélérant la vitesse que l'on peut porter sans inconvénient à 40 ou 45 coups.

La force nécessaire pour faire fonctionner le concasseur, dans ces conditions, et à la vitesse de 30 coups, est de quatre chevaux-vapeur.

Comme on le voit, ce système de concasseur peut être employé pour bien des matières, quelle qu'en soit la dureté, mais l'application la plus répandue sera pour les minerais de fer et pour les pierres employées à la fabrication du béton dans les entreprises de travaux publics. Elle sera aussi très-avantageuse pour casser le plâtre avant de le moudre.

Entre autres avantages sur le concasseur américain, celui de M. Dyckhoff présente celui d'une bien plus grande régularité dans la grosseur des morceaux concassés : en effet, ici chaque morceau, pour sortir de la machine, doit traverser l'espace libre laissé entre le bas des plaques, espace variant de 0^m015 au plus sur 0^m040, ou 0^m050, tandis que dans la machine de M. Blake l'écartement des mâchoires à la partie inférieure, c'est-à-dire au point de sortie, varie de toute la course de la mâchoire mobile.

DESCRIPTION DU CONCASSEUR HYDRAULIQUE

DE M. CHAMBER, REPRÉSENTÉ FIG. 8.

La fig. 8 représente en section verticale une machine à concasser, patentée en Angleterre le 25 octobre 1861, au nom de M. E. Chamber, et basée, comme celle de M. Blake, sur l'emploi d'une mâchoire mobile inclinée, agissant par compression sur les matières à concasser, et serrées contre une mâchoire fixe verticale. Mais ce qui la distingue de celle-ci, c'est que la mâchoire mobile est à double action et qu'elle est actionnée par un système de presse hydraulique à deux corps d'une disposition tout à fait originale.

On voit, en effet, que le boulon en fer *m*, qui sert de centre d'oscillation à la mâchoire M′, se trouve placé vers le milieu de sa hauteur, et le mouvement lui est communiqué alternativement par l'un et l'autre des pistons *p* et *p′*, qui peuvent glisser dans les deux petits corps de presse D et D′. Ces derniers sont garnis de cuirs emboutis qui forment joint hermétique sous la pression du liquide refoulé dans les cylindres par les petits pistons *a* et *a′*.

Les têtes de ces pistons sont assemblées à une même traverse *c*, animée d'un mouvement rectiligne vertical, par les deux bielles en fer C,

attachées d'un bout aux extrémités de cette traverse, et, du bout opposé, à l'arbre moteur A qui, à cet effet, est forgé avec deux coudes et muni de deux volants et des poulies fixe et folle P.

Avec une telle disposition, lorsque, par exemple, la traverse *c* descend, le plongeur *a'* refoule le liquide contenu dans le cylindre D' et, par suite, repoussant le piston *p'*, celui-ci presse le bas de la mâchoire, laquelle se ferme alors, tandis que sa partie supérieure s'ouvre, car le piston *p* s'est pendant ce temps reculé d'une quantité correspondante, par le retrait du plongeur *a*.

L'effet contraire a naturellement lieu quand la traverse *c* remonte avec les plongeurs : le piston *p* s'avance en fermant le haut de la mâchoire, et celui *p'* recule, laissant le bas s'ouvrir d'une même quantité.

Par suite de la forme même de la mâchoire présentant celle d'une double trémie, il se produit un double concassage, et le travail est pour ainsi dire continu.

Ainsi un premier concassage de gros blocs a lieu lorsque les plongeurs remontent dans la partie supérieure, qui ne laisse passer que les morceaux dont la grosseur est déterminée par l'écartement existant entre la face interne de la mâchoire fixe M, et la saillie *m'* ménagée en dessus du centre d'oscillation *m*; puis, quand les plongeurs descendent, la partie inférieure travaille à son tour et achève le concassage.

Pour éviter les accidents qui pourraient résulter d'une résistance inattendue entre les mâchoires, les corps de presses D et D' sont pourvus de petites soupapes de sûreté *s* et *s'*, et comme dans ce cas il y aurait perte de liquide, on en refoule de nouveau à l'intérieur des cylindres, à l'aide du tuyau T, en communication avec une pompe hydraulique à main.

La quantité plus ou moins considérable de liquide que renferment les cylindres est aussi un moyen de régler la course des pistons et par suite l'amplitude des mouvements d'oscillation de la mâchoire.

Cette machine est exécutée pour marcher à la vitesse de 300 révolutions par minute, et comme elle est à double action, la mâchoire donne 600 coups dans le même temps.

La course des plongeurs est de 0^m17, et la puissance motrice nécessaire pour produire le travail est, d'après l'auteur, moins considérable que celle absorbée par les machines analogues; de plus, par la disposition de sa trémie double, elle permet le concassage de blocs plus gros; ainsi des pierres de 25 et même de 30 centimètres cubes peuvent être réduites en morceaux de 2 ou 3 centimètres.

TISSAGE

MÉTIER MÉCANIQUE A TISSER

LES DRAPS NOUVEAUTÉS

De MM. BACOT et fils, manufacturiers à Sedan

Construit par M. L. BRUNEAUX fils aîné, de Réthel

(PLANCHE 8)

Parmi les nombreux métiers mécaniques qui avaient été envoyés à l'Exposition universelle de Londres, nous y avons remarqué celui de MM. P. Bacot et fils, qui présente des combinaisons nouvelles pour lesquelles ces manufacturiers se sont fait breveter à la date du 10 août 1861.

Tout d'abord, ce métier est remarquable par ses grandes dimensions; ainsi il permet de tisser des draps qui n'ont pas moins de 2m 70 de largeur; quant à son mécanisme, il a subi des améliorations importantes qui sont :

1° Le mouvement des boîtes à navettes qui s'opère horizontalement, et leur déplacement qui a lieu au moyen de la machine Jacquart;

2° La chasse est commandée par un arbre coudé et des bielles d'une très-faible longueur, afin de produire, à bout de course, un temps perdu assez considérable pour que la navette ait le temps de parcourir la grande largeur de l'étoffe;

3° Le lançage des navettes, au moyen d'un ressort et d'une camme à détente, ce lançage étant subordonné au mouvement de la mécanique Jacquart;

4° Une nouvelle disposition des butoirs, permettant aux boîtes de se déplacer, sans que ces butoirs cessent de fonctionner, et opérant l'arrêt automatique du métier lorsque la navette n'arrive pas jusqu'au fond de la boîte.

De l'application de ces nouvelles combinaisons aux métiers à tisser, il résulte des avantages qui se résument par un service plus sûr,

plus facile, et un travail plus parfait obtenu plus économiquement.

Aussi, quand l'ouvrier vient à détisser ou à chercher sa duite, il n'éprouve aucune difficulté pour remettre son métier en marche, car à chaque levée que fait la mécanique Jacquart, la navette, qui est désignée pour passer la duite, passe toujours pour cette même levée, soit en tissant, soit en détissant; le tisseur n'a alors jamais besoin de veiller à ce que les navettes soient en rapport avec le dessin de l'étoffe, puisque chaque levée fait partir la navette qui lui est propre.

Dans les métiers dont la marche des boîtes et du lançage est faite par excentrique, et, par conséquent, indépendante du Jacquart ou d'un autre système de levée, quand le tisseur a besoin de chercher sa duite ou de détisser, l'accord de la marche des boîtes et du lançage avec le dessin de l'étoffe est perdu; l'ouvrier est alors obligé, avant de faire remarcher son métier, de mettre d'accord la marche des boîtes avec le dessin de l'étoffe, ce qui lui occasionne une perte de temps et une grande difficulté.

Le système des boîtes horizontales a aussi des avantages sur les boîtes montantes, en ce que le tisseur voit constamment sa navette, aussi bien dans la dernière boîte que dans la première; il peut donc vérifier commodément ses navettes et regarder si elles sont toujours garnies.

Dans les boîtes montantes, le tisseur voit à peine la navette de la première boîte, les navettes placées dans les boîtes inférieures sont complétement cachées à sa vue; aussi, quand une fusée est finie ou que la duite casse, l'ouvrier ne le voit-il jamais du premier coup d'œil, le métier marche alors à vide, il faut détisser pour retrouver la duite, ce qui cause une perte de temps, surtout quand les fils de trame sont délicats.

Les angles des boîtes montantes ont encore l'inconvénient de couper les fils, ce qui ajoute une difficulté de plus; les boîtes horizontales n'ont, suivant l'auteur, aucun de ces défauts.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU MÉTIER

REPRÉSENTÉ PAR LES FIGURES DE LA PLANCHE 8.

Les parties principales du métier, celles qui ont été plus particulièrement perfectionnées par M. P. Bacot et fils, et que nous allons décrire avec plus de détails sont :

1° L'ensouple et l'envideur de l'étoffe;

2° La chasse et son mouvement;

3° Les boîtes à navettes et leur mouvement;

4° Le mécanisme qui chasse la navette;

5° Le débrayage qui doit s'opérer lorsque la navette n'arrive pas dans sa boîte.

La fig. 1 est une élévation vue de bout du métier, du côté de la

commande; montrant les poulies motrices, le mouvement des boîtes et de la chasse.

La fig. 2 est une section transversale, laissant voir la commande du chasse-navette et celle de la chasse.

Les fig. 3 et 4 représentent, en vue de face, les deux extrémités du métier. On y a supprimé la tête, parce qu'elle ne présente rien de particulier, et que sa hauteur, augmentée encore de celle de la Jacquart, aurait mis dans l'obligation de réduire l'échelle du dessin.

Les fig. 5 et 6 représentent, en coupe et en plan, la boîte à navettes.

De l'ensouple et de l'envideur. — Les fils de chaîne qui doivent former la longueur de la pièce de drap, sont enroulés parallèlement entre eux sur l'ensouple A, composée de deux pièces de bois collées ensemble et traversées par une tringle de fer carrée, dont les extrémités, désaffleurant l'ensouple, sont tournées pour former des tourillons, qui reposent sur une petite console venue de fonte avec le bâti B.

La chaîne est fixée sur l'ensouple A à la manière ordinaire, c'est-à-dire que le bout est engagé dans une rainure rectangulaire pratiquée sur toute la longueur du cylindre, puis serré par une règle en bois qui pénètre dans la rainure en fixant tous les fils de chaîne qui y sont engagés. Ces fils sont ensuite enroulés sur eux-mêmes, pour atteindre la longueur voulue, et la largeur des fils réunis, ou la chaîne proprement dite, est maintenue par deux plateaux en bois A′ que l'on peut déplacer sur l'ensouple, suivant les différentes largeurs d'étoffe à produire.

Une poulie C, fixée à l'une des extrémités de l'ensouple, reçoit une courroie dont les deux bouts réunis viennent s'accrocher au levier D (fig. 1 et 3), qui a son point fixe sur le bâti, et dont l'extrémité est chargée d'un poids *d*; l'action de ce poids au bout du levier détermine, sur la poulie C, une pression que l'on peut toujours régler à volonté.

La pression ainsi déterminée sur l'ensouple empêche celle-ci de se dérouler trop facilement, et produit sur la chaîne une tension convenable et qui reste toujours au même degré pendant le travail.

La chaîne passe ensuite, de l'ensouple A, sur la poitrinière postérieure E, forte pièce de bois qui relie les deux bâtis B, et contre lesquels elle est fixée de manière à pouvoir varier de hauteur, selon les besoins; près de cette pièce, des baguettes d'envergure *a* divisent la chaîne en fils pairs et en fils impairs, de manière qu'ils ne puissent se mêler ni même passer l'une devant l'autre.

La chaîne traverse ensuite les lisses de la mécanique d'armure, qui ont été supprimées sur le dessin, puis le peigne *i* de la chasse I, I′, et l'étoffe se forme en dehors de ce dernier pour s'enrouler sur l'ensouple ou envideur F, après avoir passé sur la poitrinière de devant E′.

L'envideur F est construit de la même manière que l'ensouple A, ses dimensions sont exactement les mêmes, et l'étoffe s'y fixe comme la chaîne sur l'ensouple A. L'envideur ne porte pas de plateaux formant

joues, comme pour la chaîne, parce que, dans l'étoffe, tous les fils de chaîne sont parfaitement réunis entre eux par la trame; par conséquent, l'enroulement peut se faire sans que les fils se mêlent.

Le mouvement qui produit l'enroulement de l'étoffe sur l'envideur F est très-simple : sur l'axe de celui-ci, et en dehors du bâti, est fixée la roue G, de 68 dents, qui engrène avec un pignon *g* (fig. 1 et 4), de 16 dents, faisant corps avec la roue à rochet H, de 100 dents. Cette dernière roue et son pignon sont montés sur un axe fixe, adapté contre le côté extérieur du bâti.

Dans les dents de la roue H sont engagés un cliquet et un contre-cliquet; ce dernier a son centre de mouvement sur le bâti, et le premier *g'* (fig. 4) est monté à l'extrémité du petit balancier *h*, qui oscille par son milieu sur l'axe de la roue H. L'autre bout de ce balancier est relié par une chaînette à la manivelle *h'*, fixée sur l'axe d'oscillation de la chasse, de telle sorte qu'à chaque mouvement de celle-ci, la manivelle *h'* fait osciller ledit balancier.

En supposant que la chasse se recule, la manivelle suit son mouvement, ainsi que la partie inférieure du balancier sollicitée par la chaînette, et, la partie supérieure décrivant un arc de cercle en sens contraire, le crochet *g'* quitte la dent dans laquelle il était engagé, et, tombant sur l'une des dents précédentes, fait tourner la roue H, sous l'action du contre-poids *f* (fig. 1), suspendu à un bras forgé d'équerre avec le balancier, et cela aussitôt que la chasse revient à sa position.

Le contre-rochet fixé au bâti empêche la roue H de se détourner quand le rochet *g'* se déplace.

Au moyen de cette disposition de régulateur, l'enroulement se produit sous l'action d'un simple poids qui exerce une simple tension sur l'étoffe, et ne l'oblige pas à s'enrouler si une résistance imprévue se faisait sentir. En réglant convenablement le contre-poids *f*, suivant la nature des fils et le genre d'étoffe à produire, la tension sur celle-ci détermine un degré convenable de serrage de la duite, qui donne un tissu ni trop lâche ni trop serré.

De la chasse et de son mouvement. — La chasse est construite exactement de la même manière que celle des métiers ordinaires; elle se compose de la pièce de bois I, à section rectangulaire appelée *masse*, qui s'étend dans toute la largeur du métier, qu'elle dépasse même d'une certaine quantité pour recevoir les boîtes à navettes.

La masse est supportée, vers les deux extrémités, en dedans du bâti, par les deux montants en fonte J, appelés *épées de chasse*, fixées sur l'axe en fer *j*, qui oscille dans les supports *j'* boulonnés au bâti.

Au-dessus de la masse est une *poignée* en bois I' qui lui est parallèle, et boulonnée sur le prolongement vertical des épées de chasse. Entre la masse et la poignée, et dans des rainures qui y sont pratiquées, est maintenu le peigne *i*, ou *rot* entre les dents duquel passent

tous les fils de chaîne. Ce rot peut facilement se retirer lorsque l'on veut le remplacer; il suffit, pour cela, d'enlever la poignée I', qui ne tient aux épées de chasse J que par deux boulons munis d'écrous à oreilles.

Ces épées se prolongent derrière la chasse pour recevoir l'articulation de la bielle K (fig. 2), reliée à la manivelle *k* de l'arbre à deux coudes L, qui lui transmet le mouvement d'oscillation. C'est pendant le mouvement de recul de la chasse que la navette est lancée entre l'ouverture des fils de chaîne pour produire une duite; or, comme le métier est d'une grande largeur, puisque l'écartement des bâtis est de $3^{m}02$, il s'ensuit que la navette, ayant à parcourir un chemin très-grand, met un temps assez long pour accomplir son trajet d'une boîte à l'autre.

On a donc été obligé, afin que la chasse ne s'avance pas pour serrer la duite avant que la navette ait accompli sa course totale dans l'ouverture de la chaîne, de lui donner une sorte de mouvement différentiel qui détermine un temps d'arrêt assez long, à la fin de sa course, pour que la navette lancée ait le temps de se rendre dans sa boîte.

Ce temps d'arrêt est obtenu par suite de la faible longueur des bielles K, qui n'ont, dans ce métier, qu'à peu près deux fois le rayon de la manivelle, ce qui produit, à la fin de la course, un point mort considérable, pendant lequel la manivelle tourne sans faire avancer sensiblement la chasse; pendant ce temps, la navette peut aisément parcourir sa course.

Pour un métier d'une plus grande largeur, on pourrait encore par ce moyen, si cela était nécessaire, obtenir un temps d'arrêt plus considérable en diminuant les bielles, pourvu que leur longueur dépassât un peu le rayon de la manivelle.

L'arbre moteur coudé L est supporté à ses deux extrémités par des paliers *l* fondus avec le bâti, et munis de coussinets en bronze; il porte à l'une de ses extrémités la roue dentée M (fig. 1), qui y est fixée par une clavette. Cette roue reçoit son mouvement du pignon M', d'un diamètre trois fois plus petit, fondu avec une douille qui porte la roue à grandes dents de rochet N et la poulie fixe O.

La douille, et par suite ladite roue à rochet, la poulie et le pignon, tournent librement à l'extrémité de l'arbre P, qui règne sur toute la largeur du métier; la poulie O qui reçoit le mouvement du moteur le transmet à l'arbre coudé L, par l'intermédiaire de la roue M et du pignon M', sans entraîner cet arbre P; celui-ci est actionné par l'autre extrémité de l'arbre L au moyen des roues Q' de même diamètre, de sorte que ces deux arbres marchent à la même vitesse.

Boîtes a navettes, leur mouvement. — Dans la plupart des métiers à plusieurs navettes, le mouvement des boîtes dépend du battant ou d'un système d'excentriques quelconque, il en résulte une grande difficulté lorsque l'ouvrier a besoin de détisser. Dans le métier de M. Bacot,

le déplacement des boîtes dépend essentiellement de la mécanique Jacquart. De là une grande facilité pour détisser, l'ouvrier n'est plus obligé de chercher sa duite, et, lorsqu'il remet son métier en marche, le mouvement des boîtes est toujours d'accord avec le dessin de l'étoffe.

Nous avons représenté, en section transversale fig. 5 et en plan fig. 6, l'ensemble d'une des boîtes à navettes. Sur la masse I de la chasse glisse cette boîte à 3 compartiments, dans lesquels se logent les navettes; elle est composée de quatre petites règles en bois *b*, réunies par des plaques de tôle; ses deux extrémités sont ouvertes du bout intérieur, afin de livrer passage à la navette, et, de l'autre bout, au taquet qui chasse cette navette. L'ensemble de la boîte glisse dans le sens transversal sur les coulisseaux, formés de deux lames de métal *c* (fig. 3 et 4) fixés à la masse, afin de présenter successivement chacun de ses compartiments devant le taquet lanceur.

Pour recevoir la boîte, qui est plus large que le dessus de la masse (fig. 5), celle-ci est munie des équerres en fonte *c'* sur lesquelles la boîte peut aisément glisser, et qui sont munies, à l'extrémité de leur branche horizontale, d'un talon en saillie servant d'arrêt.

Sur l'un de ces supports, entre la masse et l'*arrêt fixe* extrême, sont montés, sur des petits axes, deux *arrêts mobiles* *e* et *e'* (fig. 1 et 5) destinés à limiter facultativement l'amplitude de la course de la boîte.

Les axes, sur lesquels sont fixés ces deux arrêts mobiles, dont l'écartement doit être égal à celui qui existe entre les compartiments, reçoivent, enroulé, un ressort à boudin (fig. 6) agissant par torsion pour faire remonter les arrêts *e e'*, afin qu'à un moment donné ils puissent faire saillie au-dessus de l'équerre-guide *c'*.

Lorsque les arrêts sont levés et la boîte portée en avant, la course de celle-ci se trouve maintenue entre les talons des équerres *c'*, du côté intérieur de la poitrinière E' (fig. 1), et le premier arrêt mobile *e*; alors c'est le premier compartiment qui envoie sa navette en face de la ligne du rot, entre les fils de chaîne.

Si, contrairement, ce premier arrêt est baissé, et que ce soit le second qui se trouve soulevé, la boîte vient buter contre celui-ci, et c'est le second compartiment qui lance sa navette; enfin, si les deux arrêts mobiles sont abaissés, la boîte parcourt tout l'espace compris entre les talons des deux couples d'équerres, et c'est le troisième compartiment qui, par sa navette, fournit le fil de trame.

On voit donc que le changement des navettes dépend de la position des arrêts mobiles. A cet effet, ils sont reliés à la mécanique Jacquart au moyen de ficelles convenablement disposées, et de renvois d'équerres, qui ne sont pas figurés sur le dessin, mais qu'il est bien facile de concevoir. Lorsque le Jacquart fait baisser le premier arrêt mobiles, la boîte se recule, par l'effet d'un mécanisme que nous décrirons plus loin, et vient buter sur le second arrêt. Si les deux premiers arrêts se baissent

en même temps sous l'action du Jacquart, la boîte s'arrête sur le talon du guide c', et c'est alors, comme nous venons de le dire, au troisième compartiment à lancer sa navette sur la ligne du rot.

Si l'on avait besoin de plus de trois boîtes, il suffirait d'augmenter la longueur des guides c', et d'ajouter autant d'arrêts mobiles.

Voici maintenant comment le mouvement de va-et-vient de ces boîtes est obtenu : il consiste en un système de leviers mis en mouvement par les cammes R fixées aux deux extrémités de l'arbre P, dont la vitesse, comme nous l'avons vu plus haut, est la même que celle de l'arbre moteur L ; de sorte que ces cammes (dont l'une est vue en ponctués fig. 1), font un tour, pendant que la chasse accomplit une course entière ; chacune d'elles actionne un levier S, muni à son extrémité d'un galet s sur lequel elle agit.

Ce levier, qui a son point d'appui sur le bâti, donne le mouvement au balancier T par l'intermédiaire de la bielle S′; ce balancier oscille sur un boulon fixé au bâti, et est muni à son extrémité d'une chape, dans laquelle s'assemble, au moyen de petits tourillons, la douille t traversée par la tige ronde U ; cette dernière est articulée, à sa partie supérieure, avec l'équerre en fer U′, qui oscille sur un axe fixé au levier vertical en fer plat U^2, lequel a son centre d'articulation u à la partie inférieure du bâti.

L'équerre U′ est reliée à la boîte à navettes par la petite bielle fourchue u', qui lui transmet le mouvement communiqué par le balancier U^2, lequel le reçoit de la chasse au moyen de la bielle u^2 (fig. 1 et 2) fixée sur le derrière de la masse I ; de sorte que l'équerre U′ se trouve animé de deux mouvements : l'un d'oscillation sur son centre, par l'intermédiaire de la camme R, du balancier T et de la tige U; l'autre de va-et-vient, correspondant à celui de la chasse, au moyen du levier U^2 qui lui sert de support.

La tige U traversant la douille t est entourée par le ressort à boudin T′, qui se trouve comprimé entre cette douille et la bague t', fixée par une vis sur la tige U ; une autre bague t^2 est de même fixée sur la tige U, mais à sa partie inférieure en dessous de la douille t. Il résulte de ces combinaisons, que le balancier T, dans son mouvement d'oscillation, agit sur l'équerre U′, par l'intermédiaire de la tige U, de deux manières différentes : en montant, son action pour soulever la tige a lieu sur le ressort, tandis qu'en descendant, elle se produit directement sur la tige, par l'intermédiaire de la bague t^2 qui y est fixée.

Or, le métier fonctionnant, admettons que le Jacquart a fait abaisser le premier arrêt mobile e; dans ce moment, le galet s du levier S se trouve au fond de l'échancrure de la camme R, qui, en tournant par son plan incliné, abaisse le levier S, dont la bielle S′, agissant à l'extrémité du balancier T, soulève la douille t; celle-ci comprime alors le ressort T′, qui, par la bague t', fait monter la tige U, et, par suite,

l'équerre U′ oscille sur son centre en faisant reculer la boîte qui y est reliée par la bielle fourchue u'. La boîte recule jusqu'à ce qu'elle rencontre le second arrêt mobile e', qui n'a pas été abaissé par le Jacquart, et elle se trouve arrêtée, quoique cependant la camme R continue son mouvement, mais son action ne produit alors qu'une compression plus énergique sur le ressort T′, l'équerre U′, et par suite la boîte, ne peut plus se déplacer à cause de l'arrêt.

Dans le mouvement inverse, c'est-à-dire lorsque la camme R présente son plan incliné de descente, le galet s, ne pouvant abandonner la camme (son levier S étant sollicité par le ressort à boudin V) (fig. 1), oblige l'extrémité du balancier T à s'abaisser, et sa douille t, par l'intermédiaire du ressort T′, presse sur la bague t^2, laquelle entraîne la tige U, qui, par l'équerre U′, ramène la boîte dans sa première position, d'où elle repart ensuite pour recommencer une autre marche, dont la course peut varier suivant la position des arrêts mobiles.

Il est clair, par exemple, que si les arrêts restent immobiles, la boîte ne se déplace pas, le ressort T′ subit seulement la compression produite par le balancier T, et le premier compartiment se trouve sur la ligne du rot; lorsque le premier arrêt s'abaisse seul, la boîte bute sur le second arrêt, et le deuxième compartiment est en face de la ligne du rot, c'est-à-dire dans la position indiquée sur les différentes vues du dessin.

Lorsque tous les arrêts mobiles s'abaissent en même temps, la boîte se recule jusqu'au talon des guides c', et c'est le troisième compartiment qui se présente; le même mouvement des boîtes est appliqué de l'autre côté du métier, et fonctionne simultanément et de la même manière que celui que nous venons de décrire.

Mécanisme du lançage de la navette. — Dans les métiers à plusieurs navettes, il est important, comme nous l'avons dit, que le lanceur soit dépendant du Jacquart afin de faciliter le détissage. Ce résultat est obtenu dans ce métier en faisant marcher à la même vitesse les deux arbres L et P, et en plaçant les deux excentriques du lançage dans la même position; mais cette disposition présenterait l'inconvénient de laisser les deux lanceurs se détendre si les inventeurs n'étaient arrivés à l'éviter par les dispositions mécaniques suivantes :

Les fouets X sont fixés de chaque côté, et à l'intérieur du bâti, sur une monture en fonte clavetée sur l'arbre x, supporté par les consoles x' fixées au bâti. Sur cet arbre est clavetée une sorte de manivelle v au bout de laquelle s'attache le ressort Y, qui est relié de même à l'arbre du fouet opposé X′ (fig. 3 et 4). Le ressort Y a pour but de tirer le fouet constamment en avant, pour lui faire lancer la navette; mais cette action n'a lieu qu'autant que le Jacquart le permet.

L'arbre x porte vers son extrémité la douille z (fig. 2) munie, perpendiculaire à l'axe, du galet en acier z', qui tourne librement sur un goujou faisant partie de ladite douille; sur ce galet vient agir la camme Z

fixée sur l'arbre P, laquelle a pour mission de faire revenir le fouet dans sa position arrière. A cet effet, au milieu de l'axe x du fouet se trouve le support y, boulonné au bâti pour recevoir l'équerre v', dont l'une des branches est reliée au Jacquart par une ficelle, tandis que l'autre branche sert d'arrêt au toc y' fixé sur l'arbre du fouet.

Admettons l'instant où l'un des fouets vient de fonctionner ; le galet z' se trouve, par conséquent, dans la partie creuse de la camme Z, tandis que l'autre fouet reste en place, arrêté par l'équerre correspondante sur laquelle bute le toc, disposé de la même manière à l'autre bout du métier. La camme Z, continuant son mouvement, glisse sur le galet z', et comme le diamètre de cette camme va sans cesse en augmentant, le galet s'abaisse sous son action, et le fouet se redresse en allongeant le ressort Y; alors l'équerre de butée du bout opposé se place devant le toc correspondant, fixé de même sur l'arbre du second fouet, afin de l'empêcher de se mouvoir.

Pendant ce temps l'équerre de butée v' du premier fouet se déplace et laisse libre le toc d'arrêt; à ce moment, les cammes arrivent à bout de course et le fouet (celui dont l'équerre de butée est déplacée), sollicité par le ressort Y, se détend jusqu'à ce que le galet tombe sur la partie creuse de la camme Z' (fig. 4), puis la même série de mouvements a lieu d'une façon identique pour l'autre fouet.

Les lanceurs agissent donc chacun à leur tour, suivant que la mécanique Jacquart le leur permet.

Débrayage automatique du métier. — Il arrive très-souvent que la navette lancée n'arrive pas dans la boîte opposée, ce qui s'appelle *tisser la navette*. Ce grave inconvénient, qui peut amener soit la rupture d'une partie des fils de chaîne, soit le bris de quelques pièces du métier, est évité au moyen d'un mécanisme assez simple, qui fait fonctionner le débrayage toutes les fois que la navette reste en route.

Dans ce but, chaque compartiment de la boîte à navettes est muni d'un levier m, en métal mince recourbé (fig. 3, 4 et 5), ayant son centre d'articulation sur cette boîte et pénétrant dans les compartiments du côté qui fait ligne avec le rot. Du bout opposé à son centre d'articulation, chaque levier est muni d'un galet en bronze m', destiné à passer successivement sous la tête du balancier n, également en bronze, qui a son centre d'oscillation sur un petit support fixé sur la tête de la chasse.

A l'extrémité du levier n est articulée la petite bielle en bronze n', qui actionne la manivelle n^2 fixée au bout de la tringle o. Celle-ci règne en dehors et dans toute la longueur de la chasse, supportée de distance en distance par de petits supports en fonte fixés sur la masse I.

Cette tringle o est garnie, vers les deux extrémités, près des faces extérieures des bâtis, des doigts en fer p et p', dont l'un vient buter sur l'arrêt i' (fig. 1 et 3), l'autre sur celui i^2 (fig. 4). Le butoir principal i' est une sorte de manivelle ajustée à l'extrémité supérieure de l'arbre verti-

cal q, qui tourne dans deux supports en fonte fixés sur le côté du bâti. L'extrémité inférieure de cet arbre porte une autre manivelle r, munie d'un goujon qui pénètre dans une coulisse ménagée au levier en fonte N′, lequel a son point d'articulation sur le support N^2 boulonné au bâti. Ce levier N′ reçoit à son extrémité la fourchette de débrayage N^3 (fig. 1).

Le métier en marche, si la navette fonctionne dans les conditions normales, elle arrive jusqu'au fond de la boîte; en y entrant, elle soulève celui des leviers m qui correspond au compartiment dans lequel elle a pénétré, et ledit balancier décrit un arc de cercle; son galet m' s'élève alors d'une certaine quantité, et avec lui le balancier n, lequel, par l'intermédiaire de la bielle n', fait baisser la manivelle n^2, et enfin lever le doigt p, qui passe alors au-dessus des butoirs sans produire d'action.

Si, au contraire, la navette, n'atteignant pas la limite de sa course, s'arrête avant d'entrer dans la boîte, le levier m, abandonné à lui-même, reste baissé, laissant le balancier n sans action sur les doigts p et p', qui, sollicités par un faible ressort, restent baissés. La chasse continuant sa course, le doigt vient tomber dans une coche ménagée sur le butoir i', qui se trouve alors repoussé en arrière, et, faisant par suite agir la manivelle r sur le levier N′, fait passer la courroie de la poulie fixe O sur la poulie folle O′, amenant ainsi l'arrêt du métier.

Cet arrêt est donc obtenu automatiquement, sans le secours de l'ouvrier tisseur; pourtant il faut que celui-ci ait aussi la faculté de débrayer facilement, soit pour rattacher un fil, soit pour toute autre cause : de plus, comme le métier est très-large, il est nécessaire que le débrayage soit placé de manière à se manœuvrer aussi bien au milieu qu'à l'extrémité du métier.

Ce résultat est obtenu par l'adjonction, vers le haut de l'arbre q, d'une seconde manivelle r', munie à son extrémité d'un œil très-allongé dans lequel pénètre le goujon q', fixé au bout de la grande tringle en bois P′. Cette tringle règne dans toute la largeur du métier, guidée par deux supports en fonte P^2 fixés sur la face de la poitrinière antérieure E′. Lorsque le tisseur veut arrêter son métier, il lui suffit de faire glisser, de droite à gauche, la tringle P′, laquelle, agissant par son extrémité sur la manivelle r', fait osciller l'arbre q, et par suite la manivelle r qui actionne le levier N′ muni de la fourchette d'embrayage N^3.

Lorsque l'ouvrier qui conduit le métier est dans la nécessité de détisser, il doit lever le cliquet n^3 (fig. 1), lequel tombe dans les dents de la roue à rochet N, ce qui empêche tout mouvement inverse.

Cette addition d'un rochet est encore très-utile dans d'autres circonstances, par exemple dans le cas où, la navette n'arrivant pas à la fin de sa course, la chasse pousse le butoir, qui, à son tour, vient frapper sur le bâti en produisant un choc considérable, se trouvant partagé entre celui-ci et la chasse; dans ce mouvement brusque d'arrêt, cette dernière reçoit un choc dont la contre-pression détermine un mouvement inverse

qui se transmettrait de la chasse à l'arbre moteur, et aux différentes parties du mécanisme si le cliquet n^3 ne s'y opposait, en s'engageant dans les dents de la roue à rochet N pour l'empêcher de se détourner.

Sur le côté droit du bâti (fig. 4), à l'extrémité de l'arbre P, est calée la camme R′, dont la face, garnie d'une rainure courbe, reçoit un galet fixé à l'extrémité d'un grand levier, lequel commande la levée de la mécanique Jacquart. Nous avons donné des descriptions complètes de ces mécaniques dans les vol. v et VIII de ce Recueil.

APPLICATION DU COMPTE-DUITES

A LA PAYE DES TISSERANDS.

Nous ne terminerons pas cet article sans parler d'une proposition qui a été faite récemment à la Société industrielle et commerciale de Verviers, par un homme très-compétent, M. Vander Maesen, au sujet du mode de rétribution à employer pour le tissage en général, soit au métier mécanique, soit au métier ordinaire, et même au métier Jacquart.

Cette proposition consiste à payer le tisserand d'après le nombre de duites chassées au mètre, en suivant un tarif progressif en rapport avec la perfection du travail obtenu. Pour démontrer les avantages de ce système, l'auteur examine d'abord les quatre modes de règlement établis aujourd'hui, et s'attache à bien en faire voir les inconvénients.

Ces différents règlements s'établissent suivant les localités et les fabricants :

1° A la mesure; 2° au poids de trame; 3° à l'écheveau; 4° à la duite.

Voici, d'après M. Vander Maesen lui-même, les vices ou imperfections qu'on leur reproche :

« 1° *Le payement à la mesure*, de tous le plus injuste, le plus défectueux, rémunère de la même façon l'ouvrier consciencieux et l'ouvrier incapable. Il suffit d'avoir tissé une pièce de 28 mètres avec peu ou beaucoup de trame pour recevoir le même salaire, ce qui revient à dire à l'ouvrier : Faites le plus de mètres possible, mais ayez soin de ne pas mettre trop de trame. Ce mode de règlement, condamné depuis longtemps, est heureusement peu pratiqué aujourd'hui.

« 2° *Le règlement au poids*, d'un contrôle difficile et incertain, ne permet pas de reconnaître si un tisserand a réellement été fidèle. Comment en effet établir le dol? Le tisserand peut invoquer, d'une part, la différence dans le poids des busettes, de l'autre, l'évaporation de ses trames; ce qui peut constituer des différences sensibles. Qu'arrive-t-il alors? C'est que le tisserand est payé pour avoir chassé de l'eau ou de l'huile, ou il n'est pas suffisamment rétribué, puisque le poids ne représente pas d'une manière exacte le taux de la filature.

« 3° *Le règlement à l'écheveau* présente exactement les mêmes inconvénients que le règlement au poids, car il consiste à traduire ce dernier en

compte d'écheveaux, sans autre contrôle que la rentrée à la filature, pour en déterminer le taux.

« 4° *Le règlement à la duite* est le plus rationnel, le plus logique de tout ceux pratiqués jusqu'ici. Nous l'avons vu appliqué dans plusieurs fabriques, et notamment à Reims pour les mérinos. Le travail consistant à introduire la trame dans la chaîne, il est juste que l'on prenne pour base la quantité de trame qui entre dans un tissu donné. »

Le seul reproche que M. Vander Maesen adresse à cette méthode, c'est qu'elle est incomplète, et voici pourquoi :

« Ceux qui payent à la duite, rémunèrent de la même façon des quantités différentes de duites entrées dans un nombre déterminé de mètres. »

Ainsi, lorsqu'un bon tisserand met, par exemple, 67,000 duites dans 28 mètres, un autre moins consciencieux n'en mettra que 61,000 pour le même genre de pièce et le même métrage. C'est-à-dire que, dans le premier cas, il y a 2,400 duites au mètre, tandis que dans le second, il n'y en a que 2,200. En recevant le même prix par mille duites, les deux ouvriers sont donc rétribués également, bien que le premier ait fait un travail plus parfait, nécessitant plus de soin et de temps.

Ce dernier mode, quoique le plus rationnel, est donc encore imparfait. M. Vander Maesen veut le perfectionner en proposant un tarif progressif, qui, dit-il, récompensera le bon travail et punira le mauvais.

Prenant, pour exemple, un tissu qui demande comme maximum

ou travail parfait.	2,400	duites au mètre.
il considère comme travail satisfaisant.	2,300	»
» » travail médiocre. .	2,200	»
et comme travail imparfait. .	2,100	»

Admettant alors que l'on paye 45 centimes les 1,000 duites, voici la progression qu'il propose :

Travail parfait. . .	2,400 duites à 45 c.	les 1,000	=	fr. 1 08 le mètre.
Travail satisfaisant.	2,300 duites à 44	»	=	1, 01
Travail médiocre. .	2,200 duites à 43	»	=	0, 945
Travail imparfait. .	2,100 duites à 41	»	=	0, 861

Ainsi, par cette simple progression, la différence entre le prix du travail parfait et celui du travail imparfait est de 22 centimes par mètre. Sans progression, la différence ne serait que 13,5 centimes.

L'excédant de 8 c. 1/2 constituerait le stimulant nécessaire au bon tissage, car l'ouvrier aurait toujours intérêt à produire un travail parfait. M. Vander Maesen ne craint pas de l'affirmer d'après l'expérience qu'il en a faite dans son atelier de tissage.

Ce mode de règlement constitue une rémunération plus juste. Le bon ouvrier est payé d'une manière équitable, et l'incapable ou le négligent

est puni, légèrement cependant, puisque, pour son mauvais travail, la différence de 8 c. 1/2 par mètre ne représente pas le préjudice causé.

En effet, supposons qu'un travail de 2,400 duites au mètre, ou de 67,000 duites à la pièce de 28 mètres, rende, finis, 26 mètres, soit 2,600 duites au mètre apprêté ; un travail de 2,100 duites donnera 58,800 duites à la pièce de 28 mètres, et rendra, finis, avec 2,600 duites au mètre, seulement 22m60, soit une différence de 3m40.

Le mètre tissé et apprêté de la pièce parfaite coûtera, finie : 1 fr. 16 c.
Tandis que celui de la pièce imparfaite. . . . . 1 fr. 06 c.

Le tisserand imparfait recevrait donc en moins 6 fr. 16 c., que l'on peut répartir comme suit, savoir :

3 fr. 78 c. pour tissage non effectué (300 duites en moins au mètre), et
2 fr. 38 c. pour punition.

Or, ce n'est évidemment pas cette faible somme de 2 fr. 38 c. qui peut couvrir le préjudice, en supposant même que la pièce parfaitement tissée et celle imparfaite donnent, finies, le même résultat, ce qui est de toute impossibilité.

Les deux pièces, mesurant en toile 28 mètres, devront, pour avoir la même force et la même réduction au fini, rentrer au foulon : la première de deux mètres seulement; la seconde de 5m40.

Le foulage pour celle-ci sera nécessairement beaucoup plus élevé. Comment alors maintenir la largeur? Quant au garnissage, la seconde sera aussi plus dure et devra être attaquée plus vivement, par conséquent lainage plus cher. De plus, le dessin et la disposition sont compromis par une réduction qui n'est pas dans la condition prévue.

Les nuances elles-mêmes, ternies par un foulage prolongé, ne pourront avoir la même vivacité que celles de la pièce parfaite.

Comme contrôle à ce système, M. Vander Maesen établit le compte-duites mesureur du travail. A son avis, le moyen le plus simple, en ce qui concerne les tissus Jacquart, consiste à placer un fil de lisière au milieu de l'étoffe, supporté par un crochet indépendant du tissu, et qui peut se soulever aux 20, 30 ou 40 duites suivant les divisions du tissage.

M. Vander Maesen dit qu'il serait désirable de rechercher le meilleur compte-duites pouvant marquer les 20 et les 100 duites, afin de rendre le compte plus facile à établir pour les tisserands, et il résume ainsi les avantages de son système :

1° Il est juste, puisqu'il rémunère exactement le travail effectué ;

2° Il est équitable, en récompensant le travail parfait, et en punissant celui qui est imparfait ;

3° Il est stimulant et tend à améliorer le mérite de l'ouvrier, en l'associant à l'intérêt du maître.

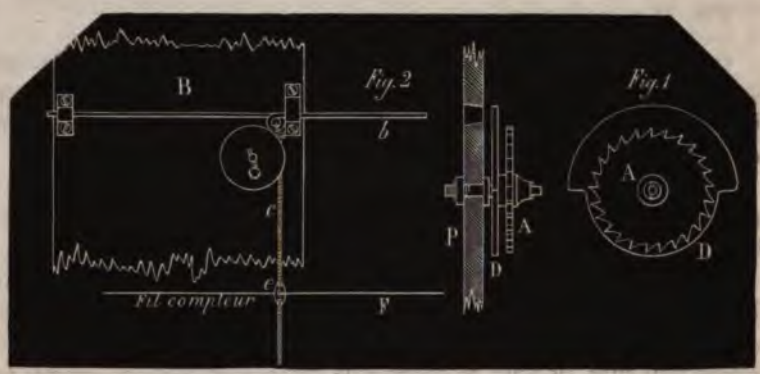
4° Il sert de contrôle pour le taux et la régularité de la filature.

COMPTE-DUITES DE TISSAGE,

PAR M. BONA, PROFESSEUR DE TISSAGE A L'ÉCOLE DE VERVIERS.

Convaincu de l'urgence de la nouvelle base proposée par M. Vander Maesen pour servir à l'établissement des prix de façon du tissage, M. Bona a résolu le problème du compte-duites en imaginant un petit appareil très-simple qui ne nécessite aucun calcul, et qu'il a livré, généreusement, au domaine public, négligeant avec intention de se faire breveter.

Cet appareil se compose, comme on le voit par les fig. 1 et 2 ci-dessous, d'un rochet A, de 25 dents, accouplé à un disque D, dont une moitié est d'un diamètre de deux centimètres environ plus grand que l'autre; ce rochet, fixé sur la planchette P à la chasse du battant du mé-



tier, reçoit du chasse-navette une impulsion qui le fait avancer d'une dent à chaque retour de la navette; soit d'un tour entier pour 50 duites.

Si on suppose maintenant, adaptée à un endroit fixe du métier, une planchette B munie de la broche *b*, mobile dans le sens horizontal et disposée de manière à être repoussée chaque fois qu'elle sera rencontrée par le battant, il sera facile de comprendre le jeu de l'appareil.

Pendant 25 duites consécutives, cette broche sera repoussée par le grand diamètre du disque, mais lorsque le petit viendra se présenter à son tour, la broche ne sera pas repoussée, par conséquent la corde *c* qui s'y rattache ne sera *pas tirée*.

Cette corde, munie d'un maillon *e* et d'un plomb comme dans une *tire*, lèvera donc un fil de chaîne F, d'une nature différente des autres, 25 fois de suite et le laissera *au fond* également 25 fois, ensemble 50.

Il suffira donc d'examiner le tissu pour reconnaître, au moyen de ce fil, le nombre de duites chassées dans une longueur donnée, et par suite il sera très-facile de les compter.

MACHINES MARINES

APPAREIL A VAPEUR DE TRENTE CHEVAUX

A CYLINDRES FIXES ET INCLINÉS POUR NAVIRE A ROUES

Construit par MM. FAIVRE FRÈRES, ingénieurs-mécaniciens, à Nantes.

(PLANCHE 9.)

La machine de navigation que nous allons décrire est due à de jeunes constructeurs, MM. Faivre frères, qui portent un nom que nous avons cité bien des fois au sujet des divers travaux de leur père, habile ingénieur-praticien, qui s'est retiré à Nantes depuis plusieurs années.

Cet appareil, bien qu'il ne présente pas de principes nouveaux, offre du moins un véritable caractère de simplicité et de solidité. MM. Faivre frères ont, en effet, recherché dans la combinaison de ce système, qui doit surtout s'appliquer aux navires du commerce, tout ce qui peut contribuer à l'économie de la construction et de la manœuvre, à la réduction du poids et du nombre des pièces. Ils ont aussi cherché à éviter ce genre de structure si resserrée, si ramassée, de quelques machines marines, qui tiennent à la vérité fort peu de place, mais qui sont presque inabordables pour le service ou pour l'entretien, et renferment parfois des mouvements vicieux, tels que des bielles trop courtes, des renvois compliqués, etc.

Voici comment MM. Faivre ont résolu le problème :

Emploi de deux cylindres fixes, inclinés à 45 degrés et actionnant une manivelle unique, ce qui amène à une simplification correspondante de l'arbre des propulseurs, réduit notablement la largeur d'ensemble de la machine et permet l'application de longues bielles ;

Changement de marche au moyen de la coulisse ordinaire, dite de Stephenson, qui constitue en même temps le mécanisme à l'aide duquel on peut produire de la détente ;

Enfin, réduction de tous les organes au nombre strictement nécessaire, comme la description qui suit permettra de le reconnaître.

ENSEMBLE DE LA DISPOSITION.

La fig. 1 de la pl. 9 représente l'appareil complet en élévation extérieure, à tribord, où se trouvent groupés tous les organes relatifs à la distribution et à la manœuvre du changement de marche;

La fig. 2 en est une section transversale passant par l'arbre de couche et sur l'appareil de condensation;

La fig. 3 est une élévation extérieure partielle qui montre particulièrement, en vue de face, le mécanisme de commande de la pompe à air et des pompes alimentaires;

La fig. 4 est la vue extérieure de l'un des cylindres moteurs et de l'une des pompes alimentaires;

La fig. 5 est une coupe longitudinale d'un cylindre à vapeur supposé couché horizontalement;

La fig. 6 en est une section transversale correspondante passant par le canal d'échappement;

La fig. 7 est un détail de l'une des deux glissières des pistons moteurs.

Tout l'appareil est porté par un bâti en fonte dont la forme est triangulaire et qui est composé de diverses parties rassemblées par des boulons. Ce sont deux flasques inclinés A, dont la partie inférieure ne possède que la largeur nécessaire pour recevoir chaque cylindre à vapeur; mais au delà des glissières la pièce s'élargit sous forme de patin pour se rattacher à l'entablement B des paliers.

Indépendamment de ces trois pièces, qui constituent une sorte de triangle fourchu, une forte traverse en fonte C relie encore les deux flasques vers le milieu de leur longueur, et l'ensemble est boulonné sur le carlingage en fer de la coque du navire; il est également rattaché aux murailles du bâtiment par deux fers en équerre D auxquels est boulonné l'entablement.

Les cylindres à vapeur E portent des patins dressés par lesquels ils sont appliqués et boulonnés sur les parties réservées à cet effet au bâti A; des rebords en saillie ménagés au cylindre permettent de le fixer en même temps par des clavettes *a*, qui le maintiennent indépendamment des boulons.

Les pistons F sont assemblés par leurs tiges avec les bielles G dont les têtes (l'une étant fourchue) viennent embrasser l'unique tourillon de l'arbre de couche, lequel est composé de trois parties, le coude central H et deux parties droites H′, qui se relient à la première par deux manchons I et portent les roues propulsives J.

A la traverse C du bâti est rattaché le condenseur K, qui est une simple capacité cylindrique, et à l'intérieur de laquelle est monté concentriquement le corps L de la pompe à air, qui reçoit son mouvement du grand excentrique en fonte M fixé sur l'arbre moteur. Comme ce conden-

seur, qui représente une masse assez importante, ne serait pas suffisamment soutenu par le patin qui l'assemble avec la traverse C, on l'a fait supporter encore par deux tirants en fer *b* qui, boulonnés avec des douilles réservées à l'entablement B, sont clavetés à leur partie inférieure avec des mamelons appartenant à deux longues tubulures *c*; celles-ci, fondues avec le corps du condenseur, sont soutenues par des nervures en écoinçon, et reçoivent les conduits d'échappement *c'*, qui communiquent avec les cylindres. L'ensemble de ce condenseur étant ainsi fixé, par adossement, avec la traverse C, et supporté par ces deux tubulures qui lui servent d'oreilles latérales sur l'axe même de son centre de gravité, est à l'abri de toute variation.

Nous devons décrire maintenant une partie importante et intéressante de l'ensemble, c'est-à-dire le mécanisme de distribution et de changement de marche.

Par la position même des cylindres moteurs dont les axes sont perpendiculaires quoique agissant sur une manivelle unique, la marche des pistons est cependant conjuguée dans les mêmes conditions que quand les axes sont parallèles, et que les pistons actionnent deux manivelles à *angle droit*. Les tiroirs de distribution *d* se trouvant dans la même position relative que les pistons, il s'ensuit qu'il suffit aussi d'un seul excentrique pour les commander simultanément à chaque changement de marche, tandis qu'il en faut quatre lorsque les cylindres sont parallèles comme dans les locomotives.

Les tiroirs sont en effet commandés par deux excentriques circulaires N et N', affectés respectivement à la marche en avant et à la marche en arrière; chacun d'eux est embrassé par un collier O ou O', auquel se rattachent, les unes par assemblage fixe et les autres par articulation (1), les quatre *barres e*, *f*, *e'*, et *f'*, qui se réunissent enfin par couple avec les coulisses *g*, auxquelles se relient les crosses *h* montées sur les tiges des tiroirs.

La manœuvre du changement de marche, consistant à déplacer simultanément les deux coulisses, de façon à amener l'une ou l'autre des barres d'excentrique *e* ou *f* dans l'axe du mouvement des tiroirs, est produite par les deux coulisses *g* rattachées, à cet effet, à deux bielles *i*, dites de suspension, qui se relient par leurs extrémités opposées et par articulation à un croisillon en fonte P, à secteur denté, lequel est monté sur un goujon *j*, fixé à demeure dans le support *k* appartenant à la traverse C du

(1) Pour que le jeu de ce mécanisme soit rigoureusement géométrique, il faudrait que chaque excentrique fût pourvu de deux colliers indépendants répondant aux deux barres *e* et *f*, dont l'assemblage serait alors pareil et fixe comme celui des barres *e* et *e'*. Mais les constructeurs ont reconnu que la légère irrégularité qui résulte de cette simplification est assez négligeable pour que l'on évite ces deux excentriques doubles de largeur qui occuperaient une place considérable sur l'arbre, et obligeraient d'ailleurs à dévier les barres pour les ramener sur les coulisses aux axes d'attaque communs.

bâti, et soutenu de plus par un boulon entretoise *k'* relié à l'entablement; ce secteur engrène avec un pignon *l* (fig. 2) forgé de la même pièce qu'une douille par laquelle il est monté, comme le croisillon P, sur un goujon *m*, fixé dans la tête du support *k*, et dont l'extrémité opposée est armée du cercle à poignée Q.

D'après cela, on reconnaît qu'en agissant à la main sur ce cercle, on fait tourner le croisillon P sur son centre *j*, et que ce mouvement est transmis simultanément aux coulisses *g* par les bielles de suspension *i*. Le secteur étant percé d'une coulisse en arc de cercle dans laquelle est engagé un goujon fixe *n* qui vient buter aux deux bouts, les deux positions extrêmes pour chaque état de marche se trouvent ainsi exactement déterminées sans hésitation de la part du mécanicien. Mais dans toutes les positions que l'on fait prendre au secteur, on l'y assujettit rigidement au moyen d'un écrou *o* monté sur une partie taraudée réservée au goujon *m*, qui se termine, à l'autre extrémité, par une embase conique contre laquelle l'action de l'écrou fait serrer le pignon *l* afin de l'empêcher de se mouvoir.

Pour compléter cet aperçu d'ensemble, il nous reste à parler de l'agencement très-particulier des deux pompes alimentaires R qui sont fixées, comme le montrent les détails fig. 4, 5 et 6, sur le flanc des cylindres à vapeur et sur leur axe.

Ces pompes ont cela de remarquable, qu'elles sont fondues chacune avec cette partie de conduit *c'* qui met chaque cylindre en communication avec le condenseur. C'est, en effet, sur l'ouverture du conduit d'échappement que la pompe est appliquée, ce que la section fig. 6 met en évidence. Elle montre bien comment le conduit *c'* contourne le corps de pompe même et vient aboutir au canal circulaire du cylindre.

On doit voir, dans cette disposition toute spéciale, une réduction notable dans le nombre d'assemblages, surtout en ce qui concerne les cylindres, les conduits, le condenseur et les pompes; l'ensemble constitue un tout bien rigide qui contribue à bien établir la solidarité entre ces différentes parties.

Quant à la commande de ces pompes, la fig. 3 montre qu'elle provient du grand excentrique M, qui met déjà la pompe à air en mouvement, et au collier duquel se rattachent, par articulation, les bielles *p*.

DÉTAILS D'EXÉCUTION.

Cylindres moteurs et distribution. — La construction de ces cylindres est assez conforme au mode suivi pour ceux des machines locomotives, dans lesquels on s'attache à faire venir de la même pièce le plus grand nombre des parties qui doivent former l'ensemble d'un cylindre et de sa distribution.

On voit, en effet, que ceux-ci portent, de la même pièce, la boîte du tiroir et l'un des deux fonds dans lequel se trouve seulement réservée

une ouverture fermée, en marche, par un tampon scellé au mastic ferrugineux. La boîte du tiroir, dans laquelle la vapeur pénètre sur le côté par le conduit q, est close, comme à l'ordinaire, par un couvercle boulonné.

Le tiroir est monté aussi, comme dans les locomotives, sur une tige qui le traverse de part en part, et qui se trouve guidée des deux côtés. Mais indépendamment de ces guides naturels, la crosse h, par laquelle la tige est assemblée en dehors avec la coulisse g, est forgée avec une patte h' dont l'extrémité forme une douille qui se trouve enfilée sur un goujon h^2 implanté dans la boîte à vapeur, à côté de la garniture de la tige et dans le même plan vertical qu'elle.

Ce point d'appui latéral a pour très-grande utilité de soutenir la tige du tiroir contre la flexion que la manœuvre de la coulisse tend à lui faire éprouver; il est d'ailleurs de toute façon nécessaire, attendu que l'effort des barres d'excentrique ne peut jamais s'exercer exactement suivant l'axe même de cette tige.

Les deux cylindres sont munis à leur partie inférieure de robinets de purge r, qui sont organisés pour être manœuvrés simultanément. Leurs deux clefs portent, à cet effet, des petits bras de levier assemblés avec deux triangles r' qui se rattachent ensemble avec une manette r^2, dont l'axe tourne dans un support r^3 solidaire de la traverse C du bâti, et qui correspond à un cadran sur lequel est inscrite l'indication nécessaire au mécanicien pour la sûreté de cette manœuvre.

Disons quelques mots encore, à propos des cylindres, de l'organisation des glissières du piston, dont on voit le détail fig. 7.

On a réduit le poids et l'encombrement ordinaires de cette partie du mécanisme en rendant la glissière simple, centrale, et en armant la tige du piston d'un patin F', qui suit la coulisse réservée au bâti, dans laquelle il est maintenu par des plaques de recouvrement en fer a'. Ces plaques ont, en effet, de l'importance, car, indépendamment du changement de marche qui fait reporter la pression du patin d'un côté à l'autre ou de dessus en dessous, *et vice versa,* il est remarquable qu'en raison même de la position relative des deux cylindres, le côté de la pression dans les glissières est différent pour un même sens de marche ; tandis que l'un des deux patins F' s'appuie sur le fond de la glissière, l'autre presse contre les plaques de recouvrement.

Appareil de condensation. — Le condenseur est en fonte et le corps de la pompe à air en bronze, ainsi que le clapet L^2 du piston L' qui est en fonte. Le clapet supérieur K' est aussi en fonte, mais la zone en contact avec le siége est garnie d'un anneau en bronze; il en est de même de la garniture centrale dans laquelle passe la tige du piston, qui est enveloppée sur toute son étendue d'un manchon de même métal.

La partie supérieure du condenseur est fermée par un couvercle sur lequel sont établis les guides K^2 de la tige du piston, dont l'extrémité

est armée d'un T, qui est assemblé par articulation avec la tige M′ de l'excentrique M.

L'injection se fait dans le condenseur par un robinet *s* placé sur le côté, et dont le carré de la clef est engagé dans le renflement d'un axe horizontal *s′*, qui, maintenu par un support s^3, est muni de la manette s^2, dont les positions sont indiquées par un cadran symétrique avec celui des robinets de purge. Ceci, en y ajoutant encore l'indicateur de vide *t* placé au centre du bâti, complète les divers accessoires nécessaires à la conduite de la machine, et qui se trouvent ainsi rassemblés sous la main et à la vue du mécanicien.

Pompes alimentaires. — A ce que nous avons dit au sujet de ces pompes, il nous suffira d'ajouter quelques mots sur certaines particularités de leur construction.

La section longitudinale fig. 5 montre que le corps est alésé dans toute son étendue au diamètre exact du piston plongeur *u*, qui est creux et en bronze. Ce piston est effectivement disposé pour que la bielle de commande *p* l'attaque intérieurement et que l'articulation, au point milieu de la course auquel la poussée oblique est à son maximum, se trouve encore soutenue par la garniture. On voit que cette articulation a lieu sur un boulon à chappe *u′* qui traverse le piston sur la moitié de sa longueur.

Le corps de la pompe est fondu à part de la chapelle R′ (fig. 4), des clapets qui s'y raccorde, par une tubulure boulonnée. Les deux pompes sont alimentées par l'eau de condensation qui est prise sur le conduit de trop-plein K^3 (fig. 2), auquel est réservée une petite ouverture *b′* pour l'ajustement du conduit d'aspiration.

Arbre moteur et roues propulsives. — Cet arbre n'offre de particulier que les manchons I qui en rassemblent les trois parties. Ces manchons sont formés de deux plateaux en fonte, tenus rapprochés par deux boulons *v*, mais connexés, dans le sens de l'entraînement, par deux goujons *v′*. Celui des deux plateaux dans lequel ces goujons sont rivés est renforcé par une haute nervure circonférentielle, tandis que l'autre, qui en est dépourvu, est armé d'une frette en fer posée à chaud.

Les roues propulsives sont construites en fer plat, et sont composées chacune de quatre cercles et de deux croisillons à sept bras, en rapport avec la division des quatorze aubes. Tous les bras, d'ailleurs consolidés par des fers posés en écharpe, viennent se réunir sur un seul tourteau en fonte monté en porte-à-faux sur le bout de l'arbre de couche.

Les aubes sont fixées par des boulons à crochet, tant sur les bras que sur des bracons intermédiaires; étant plus étroites que l'écartement des deux cercles, elles peuvent être déplacées au besoin et rapprochées du centre si l'immersion de la coque vient à l'exiger.

On sait que la plupart des appareils de navigation à vapeur consistent réellement en deux machines semblables et complètes, placées, l'une

à tribord et l'autre à bâbord. Indépendamment du prix élevé d'un moteur dans lequel tous les organes sont rigoureusement doubles, on remarque que l'ensemble ayant sur le navire des points d'appui répartis sur une très-grande étendue de la coque, lorsque cette dernière éprouve des déformations, le moteur les ressent avec d'autant plus d'intensité, qu'il occupe lui-même une étendue plus considérable.

Il est donc admissible qu'avec l'appareil actuel, dont les principaux organes sont situés sur l'axe même du bâtiment, et réunis d'ailleurs sur une plaque unique de peu de largeur, on est tout à fait à l'abri de ces déformations et affaissements de la coque, si préjudiciables aux machines doubles placées latéralement.

Et puis, enfin, si cette machine est réellement composée de deux cylindres et de leurs accessoires complets en double, nous avons néanmoins fait remarquer que la duplication cesse pour d'autres parties importantes, telles que le bâti, une partie du mécanisme de distribution et de changement de marche, et surtout à l'égard de l'arbre moteur, qui n'a que l'importance d'un arbre de machine simple.

DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE.

A cette description succincte, qui permettra cependant d'apprécier les conditions d'établissement de cette machine marine, nous désirons joindre un relevé de ses dimensions principales sur lesquelles nous nous appuyons pour analyser ensuite les conditions théoriques de son fonctionnement.

Voici en quoi consistent ces dimensions :

Diamètre des pistons à vapeur.	0^{m} 41
Section correspondante.	$1320^{c.q.}$
Course.	0^{m} 60
Volume engendré par coup simple.	$79^{d.c.}$ 200
Diamètre du piston de la pompe à air.	0^{m} 48
Section correspondante.	$1809^{c.q.}$
Course.	0^{m} 34
Volume engendré par coup simple.	$61^{d.c.}$ 506
Diamètre du piston des pompes alimentaires. .	0^{m} 10
Section correspondante.	$78^{c.q.}$ 54
Course.	0^{m} 34
Volume engendré par coup simple.	$2^{d.c.}$ 67
Diamètre des tourillons de l'arbre.	0^{m} 14
Diamètre des roues propulsives mesuré au bord extérieur des aubes.	3^{m} 29
Largeur des aubes.	1^{m} 45
Hauteur radiale	0^{m} 30
Hauteur totale de l'immersion.	0^{m} 50

Puissance théorique du moteur. — Cet appareil est livré par les constructeurs pour une puissance nominale de 30 chevaux, avec une vitesse de 30 tours par minute, et la pression de la vapeur dans la chaudière étant à 4 atmosphères (ce qui suppose l'emploi de chaudières à corps cylindriques). Mais, par l'examen auquel nous allons nous livrer, il va être facile de reconnaître une fois de plus qu'en marine les mots n'ont pas tout à fait la même signification que dans le langage usuel.

Les ingénieurs de la marine emploient, pour estimer la force *brute* en chevaux vapeur de 75 kilogrammètres d'un appareil de navigation, la formule suivante :

$$T = \frac{711,7\ D^2\ C\ N\ H.}{75}$$

dans laquelle :

T représente la puissance totale cherchée pour une machine composée de deux appareils;
D le diamètre des cylindres, en mètres;
C la course des pistons, en mètres;
N le nombre de coups doubles ou de tours du moteur par minute;
H la pression utile, moyenne, sur les pistons, exprimée en hauteur de colonne de mercure et en mètres.

Dans la machine actuelle, la pression sur les pistons est basée sur 4 atmosphères, diminuée de la contre-pression dans le condenseur que, pour les appareils de navigation, l'on ne doit pas estimer à moins de 1/5 d'atmosphère; il y a également à tenir compte d'une certaine détente fixe par recouvrement, ce qui, en résumé, conduit à estimer cette pression utile et moyenne à environ 3 atmosphères au minimum. Cette pression, exprimée en mètres de mercure, correspond à

$$H = 3 \times 0^m76 = 2^m28.$$

Introduisant cette pression avec les autres données dans la formule, on trouve :

$$T = \frac{711,7 \times \overline{0,41}^2 \times 0^m60 \times 30^t \times 2,28}{75} = 65^{ch}.47.$$

Ainsi, comme il est permis d'espérer que, déduction faite des résistances opposées par les divers accessoires de la machine, l'on obtiendra sur l'arbre des propulseurs un rendement d'au moins 75/100 de l'effet utile sur les pistons, il s'ensuit que la puissance disponible ne doit pas s'élever à moins de

$$65^{ch}.47 \times 0,75 = 49 \text{ chevaux},$$

de 75 kilogrammètres.

Nous sommes donc de beaucoup au-dessus de la force nominale. A la vérité, si l'on réduit le résultat ci-dessus à l'effet rendu par les propulseurs, on s'en rapproche davantage ; mais ce n'était pas ainsi que l'on estimait autrefois la force nominale d'une machine marine, et cette dernière méthode nous paraîtrait parfaitement rationnelle, puisque, après tout, l'effet réel des propulseurs, c'est exactement la résistance du navire pour la vitesse qu'on lui communique.

Dans ces conditions, et en estimant l'effet utile des propulseurs à 65/100 de la puissance qui leur est transmise par l'arbre, on dira que l'ensemble de l'appareil, machine et propulseurs, est d'une puissance nette, immédiatement utilisable, de

$$49 \times 0{,}65 = 31^{\text{ch.}}85.$$

Roues propulsives. — Ces roues sont, comme on le voit, à pales *fixes*, système moins parfait pour l'utilisation que celui à pales articulées, mais plus sûr au point de vue de la solidité, et le seul que l'on puisse employer pour des navires destinés à effectuer des trajets un peu longs sans relâche ; le mécanisme qui produit l'articulation est en effet assez délicat pour laisser craindre des avaries impossibles à réparer hors d'un port.

Il nous reste à examiner, pour compléter les notions relatives au fonctionnement de ces roues, leur vitesse circonférentielle et leur puissance propulsive par leur état d'immersion, ou *la section de la veine fluide qu'elles attaquent.*

On sait que pour juger de l'état de marche d'un propulseur à pales, on compare la vitesse de ces pales au sillage obtenu, et que le résultat, comme utilisation de la puissance par le propulseur, devra être d'autant meilleur, que ces deux vitesses, en eau morte, se rapprocheront de l'égalité. Mais on n'ignore pas non plus que cette égalité ne peut jamais exister, et qu'il est impossible qu'il n'y ait aucun *recul.*

Néanmoins, les constructeurs cherchent à rendre ce recul aussi faible que possible, en réglant d'avance, d'après un rapport convenable, la vitesse de la machine et celle des propulseurs sur le sillage que l'on se propose d'atteindre, et en réglant aussi convenablement l'immersion des pales et leur mode d'action sur l'eau.

On admet ordinairement pour la navigation maritime, c'est-à-dire en eau morte, que la vitesse circonférentielle u des pales, mesurée sur le milieu de leur hauteur radiale, doit se maintenir entre les rapports 1,3 et 1,5 avec celle V du navire, et d'ailleurs aucun point de la surface des pales ne doit posséder de vitesse moindre que V pour qu'il n'y ait pas *choc* à contre-sens de la marche, ce qui conduit à faire ces pales *étroites* comparativement au rayon de la roue.

Pour répondre à cette base fondamentale, il faut que la section *de la veine attaquée* qui a pour mesure *la largeur d'une pale et la flèche de l'arc*

immergé de la roue, soit aussi grande que possible, en prenant pour point de comparaison *la section immergée du maître couple.*

On désigne ce dernier rapport par *résistance relative,* et en appelant S la partie plongée de la maîtresse-section de la coque et par *s* celle de la veine attaquée par les deux roues, on écrit :

$$\text{Résistance relative} = \frac{S}{s}$$

Donc, pour les meilleures conditions d'établissement, il faut que ce rapport soit *aussi petit que possible.* Pour des navires rapides et de faibles dimensions générales, comme celui auquel la machine actuelle conviendrait, ce rapport descend fréquemment au-dessous de 3, et dans toute circonstance ne dépasse pas beaucoup 5. Nous ne parlons pas des remorqueurs qui sont établis en vue de remplir d'autres conditions.

On a vu précédemment que le diamètre des roues dans l'appareil dont nous nous occupons est de $3^m 29$ au bord extérieur des pales dont la hauteur radiale est de $0^m 30$. Le diamètre moyen auquel on rapporte la vitesse circonférentielle égale, d'après cela, $2^m 99$. Si la vitesse de rotation est de 30 tours par minute, conformément à la base adoptée pour la force nominale de cet appareil, il s'ensuit que la vitesse circonférentielle devient :

$$u = \frac{3.1416 \times 2.99 \times 30^t}{60''} = 4^m 697 \text{ p. } 1''.$$

Comme le sillage du bâtiment ne peut être qu'inférieur à cette vitesse, dans les limites des rapports indiqués ci-dessus de u à V, si nous prenons le plus favorable, c'est-à-dire le plus faible, nous trouvons, en résumé, que le navire ne dépasserait pas, avec cette vitesse de la machine et toujours en eau morte, le sillage suivant :

$$V = \frac{4,697}{1,3} = 3^m 613,$$

soit en nœuds :

$$\frac{3.613 \times 3600}{1851} = 7^n 02.$$

Cette vitesse ne serait pas celle des bateaux rapides, mais si la puissance de l'appareil, comparée à la résistance de la coque, le permet, il ne sera pas difficile de l'élever en augmentant la vitesse de rotation des propulseurs.

Nous arrivons à l'examen de la puissance de ces derniers par l'évaluation de la section de la veine fluide qu'ils attaquent.

La hauteur d'immersion des pales, c'est-à-dire la flèche de l'arc d'immersion du cercle qui passe par leurs bords extérieurs est de $0^m 50$; la largeur de ces pales est de $1^m 45$. Leur nombre et leur espacement étant

tels que l'on puisse prendre intégralement cette hauteur de $0^m 50$ pour celle de la veine attaquée, la section totale de cette veine égale :

$$1^m 45 \times 2 \times 0^m 50 = 1^{mq} \cdot 45.$$

Ces conditions de propulsion conviendraient donc à un navire dont la maîtresse-section plongée ne dépasserait pas sensiblement

$$1^{mq} \cdot 45 \times 3 = 4{,}35 \text{ mètres carrés}$$

pour rester dans les bonnes conditions ordinaires de *résistance relative* dans les petits navires.

Et enfin, comme vérification de ce qui précède, si nous admettons une coque dont le degré de finesse réponde à une résistance moyenne de 8 kilogrammes par mètre carré de section plongée, et à l'unité de vitesse, nous en déduirons que pour le sillage ci-dessus, de $3^m 613$ par $1''$, en eau morte, ce navire absorberait, pour sa marche et avec la section plongée ci-dessus :

$$T = \frac{KSV^3}{75} = \frac{8^k \times 4^{mq} \cdot 35 \times 47.163}{75} = 21^{ch} \cdot 88,$$

soit environ 22 chevaux. Il est donc parfaitement rationnel qu'un tel navire soit pourvu d'un appareil capable de développer directement par les propulseurs une puissance d'au moins 30 chevaux, si l'on veut surmonter le moindre excès de résistance accidentelle ou seulement pouvoir dépasser légèrement la vitesse admise ci-dessus qui, en navigation à la vapeur, peut être regardée plutôt comme inférieure et la puissance absorbée augmentant d'ailleurs comme le cube de la vitesse.

Ainsi, pour passer seulement de cette vitesse de 7 nœuds à celle de 8, qui en mer n'est encore qu'assez ordinaire, il faudrait déjà que de 22 chevaux, les propulseurs, dont la vitesse serait accrue dans ce même rapport, développassent une puissance de

$$22 \times \left(\frac{8}{7}\right)^3 = 32{,}8 \text{ chevaux (1).}$$

RÉSULTATS PRATIQUES.

Il est intéressant de comparer les résultats de l'analyse qui précède avec ceux que la pratique a réellement fournis.

Cette machine a été montée sur un bateau employé à un service de transport et de remorquage pour la Pointe-à-Pître (Guadeloupe), et ayant les dimensions suivantes :

(1) Tous les éléments nécessaires pour déterminer facilement les différentes conditions d'établissement des appareils de navigation sont exposés dans le IIe volume de notre *Traité des moteurs à vapeur*.

Longueur.	22^m
Largeur.	$4^m 20$
Tirant d'eau (avant).	$0^m 85$
Tirant d'eau (arrière)	1^m
Section immergée du maître couple, en moyenne. .	$3^{mq} \cdot 50$

Dans ces conditions le sillage s'est élevé à 7 1/2 nœuds avec 34 tours de machine. On peut donc en déduire ainsi le rapport de u à V :

La vitesse circonférentielle u des pales égale :

$$u = \frac{3.1416 \times 2^m 99 \times 34}{60''} = 5^m 323.$$

Le sillage obtenu répond à :

$$V = \frac{7^n \cdot 5 \times 1851}{3600''} = 3^m 856 \text{ p. } 1''.$$

Par conséquent le rapport cherché, qui donne l'indice de l'effet rendu par les propulseurs, égale :

$$\frac{u}{V} = \frac{5,323}{3,856} = 1,38.$$

Les roues propulsives rendent donc l'effet sur lequel on doit compter, puisque nous rappelions ci-dessus que ce rapport doit pouvoir se maintenir, pour une utilisation convenable en eau morte, entre 1,30 et 1,50.

Les constructeurs font observer, il est vrai, qu'avec un navire de formes plus fines (celui-ci n'étant pas construit expressément pour la vitesse), on aurait probablement obtenu un sillage plus rapide. On aurait peut-être atteint, en effet, 8 nœuds, mais sans dépasser de beaucoup cette vitesse, à moins d'accélérer celle de la machine, ce qui devient possible, d'ailleurs, dans l'hypothèse d'une diminution de résistance de la part de la coque.

Il nous reste à examiner les conditions de *résistance relative* entre le navire et les propulseurs.

On a vu que la section de *la veine fluide qu'ils attaquent* est de $1^{mq} \cdot 45$, tandis que la partie immergée du maître couple est de $3^{mq} \cdot 50$. On en déduit :

$$\frac{S}{s} = \frac{3,50}{1,45} = 2,41.$$

Ce résultat, rapproché des précédents sur le sillage obtenu, confirme ce que nous disions plus haut sur les conditions dans lesquelles doivent être établies des roues propulsives pour un bon rendement.

Disons, en terminant, que cet appareil n'est pas le seul que MM. Faivre

frères aient construit. Indépendamment d'une machine de 10 chevaux, sans condensation montée sur un bateau de plaisance de 25 mètres de long sur 2 mètres 20 de large et 0,55 de tirant d'eau, une première machine de 15 chevaux, semblable à celle que nous publions, a été fournie au même armateur.

On cite encore, parmi les résultats satisfaisants de cette machine de 30 chevaux, le vide du condenseur qui s'est maintenu entre 0,67 et 0,72, c'est-à-dire en moyenne à un douzième d'atmosphère ; mais on sait que la perfection du vide ne dépend pas seulement du bon état de la machine, et que les soins de conduite, joint à une température convenable de l'eau froide disponible, y sont pour une forte part ; d'où il suit, qu'en navigation surtout, ce résultat est très-variable et peut devenir beaucoup moins favorable par des motifs tout à fait indépendants des conditions d'établissement de la machine elle-même.

NOUVEAU RÈGLEMENT

CONCERNANT

L'ÉTABLISSEMENT DES MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR

(Décret impérial du 25 janvier 1865.)

On se rappelle que, suivant les ordonnances royales du 22 mai 1843, concernant les machines et chaudières à vapeur (1), toutes les pièces principales d'un moteur à vapeur étaient réglementées. Non-seulement les chaudières et les tubes dans lesquels se produit la vapeur étaient soumis à des épreuves, pour constater la résistance du métal dont ils se composent, mais encore les cylindres et leurs enveloppes, devaient subir ces épreuves.

Pour le fer, l'acier ou le cuivre, l'épreuve était du triple de la pression à laquelle la vapeur devait fonctionner; pour la fonte, cette épreuve allait jusqu'au quintuple.

De plus, le constructeur était assujetti à des conditions d'épaisseur, quel que soit le choix des matériaux qu'il employait.

Les machines à vapeur, étant rangées parmi les établissements insalubres et incommodes, ne pouvaient être autorisées qu'après une enquête dans laquelle étaient entendus les intéressés. Sur le rapport des ingénieurs qui se rendaient sur les lieux, afin de constater les conditions d'emplacement, l'autorisation était accordée, s'il y avait lieu, par un arrêté du préfet, qui déterminait les mesures de détail auxquelles le permissionnaire était tenu de se conformer.

Quelquefois les arrêtés pris par les préfets étaient attaqués par des tiers devant la juridiction contentieuse. De là des pertes de temps, de la gêne et des préjudices plus ou moins considérables.

Aujourd'hui, la machine à vapeur est tellement entrée dans les habitudes et dans les nécessités de l'industrie qu'on peut, sans inconvénient, pour l'intérêt général, comme l'a déclaré M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics dans son rapport à l'Empereur, « supprimer plusieurs des obligations préventives qui avaient été jusqu'ici imposées aux industriels. »

(1) Voir, à ce sujet, le IIIe volume de la *Publication industrielle*.

Aussi, d'après le nouveau décret, on supprime complétement les conditions d'épreuve pour les cylindres et leurs accessoires; on les maintient, il est vrai, pour les générateurs, mais on réduit l'épreuve *au double de la pression effective de la vapeur* dans la chaudière, lorsque alors elle était *triple* de cette pression, c'est-à-dire qu'une chaudière, pour être timbrée à 6 atmosphères, par exemple, devait être primitivement essayée à la pression de

$$(6 - 1) \times 3 = 15 \text{ atmosphères},$$

tandis que, dorénavant, on ne devra plus lui faire subir à l'essai qu'une pression de

$$(6 - 1) \times 2 = 10 \text{ atmosphères}.$$

Au delà de 6 atmosphères, la charge d'épreuve ne dépassera, dans aucun cas, le double de cette pression, par conséquent pour une chaudière timbrée à 8 atmosphères, la pression d'essai ne sera que de

$$6 + 6 = 12 \text{ kilog. par centim. carrés},$$

tandis qu'elle eût dû être auparavant

$$7 \times 3 = 21 \text{ atmosphères}.$$

Pour des chaudières fonctionnant à des pressions très-basses, au-dessous de 1 atmosphère, la surcharge d'épreuve n'est que de 1/2 kilog. par centimètre carré.

Quant à la construction même du générateur, à l'épaisseur de ses parois, à la nature et à la qualité des matières employées, elles sont laissées désormais à la disposition du constructeur sous sa propre responsabilité.

Ainsi celui qui emploiera des tôles d'acier ou de bonnes tôles en fer corroyé, pourra adopter des épaisseurs notablement plus faibles que celui qui appliquera des tôles inférieures, et arrivera à faire des chaudières sensiblement plus légères, tout en présentant les mêmes surfaces de chauffe et les mêmes capacités.

En ce qui concerne les machines elles-mêmes, elles seront à l'avenir dispensées de l'autorisation préalable : il suffira d'une simple déclaration faite au préfet du département.

Les nouvelles conditions, imposées d'une manière générale aux propriétaires d'appareils à vapeur, offrent de notables adoucissements sur celles antérieures.

Dans l'ancien régime, les chaudières étaient divisées, au point de vue des dangers qu'elles peuvent présenter pour le voisinage, en plusieurs catégories, lesquelles sont obtenues en multipliant leur capacité totale par le chiffre de la pression de la vapeur dans leur intérieur.

La première catégorie comprenait les chaudières dans lesquelles le produit de la capacité par la tension excédait 15 ;

La seconde, celles où le produit variait entre 7 et 15 ;

La troisième, celles où il variait de 3 à 7 ;

Et la quatrième enfin, celles où il n'excédait pas 3.

Dans le nouveau règlement, les chaudières se divisent en trois catégories seulement, au lieu de quatre. Cette classification est aussi basée sur la capacité du générateur et sur la tension de la vapeur.

On exprime en mètres cubes la capacité de la chaudière avec ses tubes bouilleurs ou réchauffeurs, mais sans y comprendre les surchauffeurs de vapeur; on multiplie ce nombre par le numéro du timbre augmenté d'une unité.

Ainsi le volume d'une chaudière timbrée à 4 atmosphères, étant, par exemple, de 5 mètres cubes, on aurait :

$$(4 + 1) \times 5 = 25.$$

Les chaudières sont de la première catégorie, comme précédemment, quand le produit est plus grand que 15 ;

De la deuxième, si ce même produit surpasse 5 et n'excède pas 15;

Et de la troisième, s'il n'excède pas 5.

Si plusieurs chaudières doivent fonctionner ensemble dans un même emplacement, et si elles ont entre elles une communication quelconque, directe ou indirecte, on prend pour former le produit, comme il vient d'être dit, la somme des capacités de ces chaudières.

L'interdiction d'établir une chaudière de première catégorie dans une maison d'habitation, tout étant maintenue, ne subsiste plus cependant pour les ateliers qu'autant qu'ils sont surmontés d'étages ; et on ne considère pas comme un étage au-dessus de l'emplacement de la chaudière, une construction légère dans laquelle ne se fait aucune élaboration exigeant la présence d'employés ou d'ouvriers à poste fixe.

Ces chaudières ne pourront être établies, il est vrai, à moins de 3 mètres de distance d'une maison d'habitation appartenant à des tiers ; mais le nouveau règlement ne stipule rien pour la voie publique, et de plus, au delà de 3 mètres, il ne prescrit la construction d'un mur de défense que dans certains cas où la sûreté du voisinage est plus spécialement intéressée.

Au delà de 10 mètres, l'établissement des mêmes chaudières n'est plus assujetti à aucune condition particulière.

Les distances de 3 mètres et de 10 mètres sont réduites respectivement à $1^{m}50$ et 5 mètres, lorsque la chaudière est enterrée de façon que sa partie supérieure se trouve à 1 mètre au moins en contre-bas du sol, du côté de la maison voisine.

Les chaudières de seconde catégorie pourront être désormais placées dans l'intérieur de tout atelier, et sans aucune condition de mur de

défense, pourvu que l'atelier ne fasse pas partie d'une maison habitée par d'autres que le manufacturier, sa famille, ses employés, ouvriers ou serviteurs.

Enfin, les chaudières de troisième catégorie peuvent être établies dans un atelier quelconque, même faisant partie d'une maison habitée par des tiers.

Les fourneaux des chaudières de deuxième et de troisième catégorie sont entièrement séparés des maisons d'habitation appartenant à des tiers; l'espace vide est de 1 mètre pour les chaudières de la deuxième catégorie, et de 0m50 seulement pour celles de la troisième.

Les divers appareils de sûreté dont les chaudières doivent être munies ne diffèrent pas, quant à leur nature, de ceux qui ont été appliqués jusqu'ici; mais, tandis que l'ancien règlement en fixait les dimensions, les détails d'exécution et d'emploi de la manière la plus minutieuse, le règlement actuel se borne à indiquer, au moins pour la plupart de ces appareils, les conditions générales auxquelles ils doivent satisfaire, et laisse l'industriel libre de les construire, disposer et employer dorénavant comme il voudra.

La déclaration, adressée au Préfet, pour établir à demeure une chaudière à vapeur, doit contenir les indications nécessaires pour permettre à l'autorité et aux ingénieurs chargés de la surveillance de constater si elle se trouve dans les conditions réglementaires. Ces indications ne se rapportent d'ailleurs qu'à des faits que le propriétaire ne peut pas ignorer, et par suite il lui sera toujours facile de les fournir. Elles comprennent :

1° Le nom et le domicile du vendeur des chaudières, ou leur origine ;

2° Le lieu précis où elles sont établies ;

3° Leur forme, leur capacité et leur surface de chauffe ;

4° Le n° du timbre exprimant, en kilogrammes par centimètre carré, la pression effective maximum sous laquelle elles doivent fonctionner;

5° Enfin, le genre d'industrie et l'usage auxquels elles sont destinées.

L'inconvénient de la fumée est celui qui est le plus incommode aux voisins, et, depuis longtemps déjà, l'administration est dans l'usage de prescrire à tous ceux qui veulent établir des machines à vapeur, de brûler la fumée de leurs foyers. Il existe aujourd'hui divers appareils (1) qui réalisent, au moins d'une manière approximative et à peu de frais, ce grand avantage : l'autorité veut en faire jouir le public d'une manière générale. Il lui a paru équitable toutefois d'accorder un délai de six mois, pour se mettre en règle au sujet d'un appareil fumivore, aux propriétaires de chaudières à vapeur auxquels cette condition n'aurait pas été imposée par leur acte d'autorisation.

(1) Nous avons eu l'occasion de publier plusieurs de ces appareils soit dans notre *Traité sur les moteurs à vapeur* (1er vol.), soit dans le *Génie industriel*.

Il serait à désirer, selon nous, que cette prescription de brûler la fumée fût également exigée pour tous les foyers industriels, dans lesquels on brûle de la houille. On a remarqué, en effet, que les fours de verrerie, de faïencerie, de porcelaine, comme les fours à cuire la brique et autres matières, produisent considérablement de fumée qui, lorsque de tels foyers se trouvent dans l'intérieur d'une ville, est au moins aussi nuisible, si ce n'est plus, que celle qui est produite par les fourneaux de chaudières à vapeur.

Les locomobiles, qui sont des moteurs à vapeur facilement transportables, n'exigent aucune construction pour fonctionner sur un point donné, et sont regardées comme n'étant employées que d'une manière temporaire.

Leurs chaudières sont soumises aux mêmes épreuves et munies des mêmes appareils de sûreté que les générateurs établis à demeure; toutefois, elles peuvent n'avoir qu'un seul tube indicateur de niveau.

Aucune locomobile ne peut être employée sur une propriété particulière, à moins de cinq mètres de toute habitation et de tout amas découvert de matières inflammables appartenant à des tiers, sans le consentement formel de ceux-ci.

Les machines locomotives, qui travaillent en même temps qu'elles se déplacent par leur propre force, sont soumises, pour leurs chaudières, aux mêmes conditions que celles des locomobiles.

Toutefois, la circulation de ces machines sur les chemins de fer a lieu dans les conditions déterminées par les règlements d'administration publique.

Un règlement spécial fixera, s'il y a lieu, les conditions relatives à la circulation des locomotives sur les routes autres que les chemins de fer.

Pour les chaudières appliquées sur les bateaux à vapeur, il se pourra qu'il y ait urgence de modifier en quelques points les règlements actuels; mais à raison de leur destination principale, qui est le transport des personnes, et de la gravité des accidents dont ils peuvent être le théâtre, l'administration supérieure juge nécessaire de les astreindre à des mesures de précautions spéciales.

Comme par le passé, les ingénieurs des mines ou des ponts et chaussées, et leurs agents, sont chargés de la surveillance relative à l'exécution des mesures prescrites par le nouveau décret.

TRAVAIL DU BOIS

SCIES CIRCULAIRES

DE DIVERS SYSTÈMES

POUR DÉBITER ET FAÇONNER LES BOIS

Exécutées par MM. F. ARBEY et Ce, constructeurs à Paris.

(PLANCHE 10.)

En publiant, dans les précédents volumes, les divers systèmes de scieries mécaniques à une ou plusieurs lames, soit à mouvement alternatif, soit à lame sans fin, nous avons bien parlé des scies circulaires, mais jusqu'à présent nous n'en avions donné aucun dessin.

Depuis son invention, que l'on fait remonter au docteur Hooke, en 1665, et qui, en fait, ne fut appliquée qu'en 1825 par M. Brunel (1), la scie circulaire s'est de plus en plus multipliée : on l'emploie, tantôt sur de petites dimensions pour découper l'ivoire, la corne, l'écaille, le caoutchouc durci, etc. (2), tantôt sur de grandes dimensions pour trancher les barres de fer, araser les rails (3), etc.; mais ses plus nombreuses applications sont surtout pour débiter et façonner les bois, parce

(1) M. le général Poncelet, dans son savant rapport sur l'Exposition universelle de 1855, mentionne un brevet pris en septembre 1799, par M. A. C. Albert, mécanicien, pour des *scies sans fin,* composées de plusieurs segments de cercles en acier, dentés, serrés entre d'autres segments circulaires en tôle de fer, montés sur un arbre horizontal muni de rondelles à boulons de serrage, et tournant directement, par une poulie à corde sans fin, au travers de la pièce de bois posée et conduite sur un chariot cheminant automatiquement par un système latéral d'engrenages agissant d'une manière continue sur une crémaillère centrale et inférieure, à peu près comme dans les scieries à action alternative.

(2) Dans le vol. XIII du *Génie industriel,* nous avons donné le dessin d'une machine à scie circulaire pour diviser les peignes ou *rot* en caoutchouc des métiers à tisser.

(3) Dans le vol. XXVIII du même ouvrage, on trouvera le dessin d'un bon modèle de scie circulaire pour trancher les rails, employée aux usines d'Aubin.

qu'elle permet de fabriquer rapidement, avec précision, des tenons, des mortaises, des dents de roues d'engrenage, des roues de voitures, des parquets de luxe, des persiennes, etc.; enfin on s'en sert également avec avantage pour recéper sous l'eau les pilotis.

Ce qui fait préférer, dans bien des cas, la scie circulaire à la scie à mouvement alternatif, c'est la simplicité de sa construction, l'emplacement moins étendu qui lui est nécessaire, et surtout la facilité de sa transmission de mouvement, et, par suite, l'économie de son installation. La scie circulaire proprement dite n'est, en effet, qu'un simple disque en tôle d'acier, dont le diamètre varie depuis quelques centimètres jusqu'à plus d'un mètre, et dont la circonférence est garnie de dents à peu près semblables à celles des lames droites ordinaires. Ce disque est percé d'un trou central qui sert à le monter sur un arbre en fer, auquel on communique un mouvement rapide de rotation, au moyen d'une manivelle et d'un renvoi d'engrenage pour accélérer la vitesse, ou plus simplement, quand on dispose d'un moteur, par une poulie et une courroie de transmission.

D'un autre côté, ce qui limite l'application des scieries circulaires au façonnage des bois de charpente et de menuiserie, et au débit des pièces de petites dimensions, c'est que la lame ne pouvant être tendue mécaniquement comme les lames droites, on est obligé d'en restreindre le rayon, si, pour lui donner la rigidité nécessaire, on ne veut en augmenter l'épaisseur, et, par suite, les résistances et le déchet de la matière; en outre, il faut les renforcer par deux plateaux en fer boulonnés sur leurs faces et calés sur l'arbre de rotation. Il en résulte que la hauteur de bois circulaire, débitée d'un seul trait avec une lame, est limitée à la partie du rayon comprise entre les pointes des dents et la circonférence de ces plateaux; en pratique, cette hauteur doit être plus petite pour que les dents ne tendent pas à relever le bois (1).

Quoi qu'il en soit, en restant dans la limite de 1 mètre de diamètre, l'on possède avec la scie circulaire un excellent outil qui, approprié aux divers usages des bois à œuvrer, rend aujourd'hui des services de premier ordre.

MM. Arbey et Ce, qui ont fait des machines à travailler le bois une spécialité (2), livrent chaque année à l'industrie un grand nombre de ces

(1) Pour éviter cet inconvénient, M. Brunel avait construit, pour couper transversalement les gros corps d'arbre, une machine dans laquelle la lame circulaire, suspendue à un équipage mobile, se déplaçait automatiquement, de manière à parcourir le contour entier de la section à opérer; peu d'années après, un inventeur proposa, et plus tard, M. Boileau, la combinaison de deux lames circulaires superposées dans le même plan, l'une au-dessous et en arrière de l'autre, de telle sorte que la tangente horizontale inférieure de celle-ci passât un peu au-dessous de la tangente horizontale de la première. (*Instruction pratique sur les scieries*, par M. P. Boileau.)

(2) Nous avons publié de ces mêmes constructeurs : dans le vol. XIV, une machine à faire les moulures, une machine à trancher le placage; et dans le vol. XV, une scie à

machines de différents modèles. Ce sont d'abord de petites *scies circulaires à pédale,* qui permettent à l'ouvrier de travailler seul, et qui s'appliquent aux travaux minutieux et précis; le dessus du bâti, désaffleuré par la lame, est mobile dans les deux sens, de manière à pouvoir faire toutes les coupes; le gainier, le tabletier, le facteur de pianos, etc., l'emploient utilement.

Vient ensuite, comme second modèle, la scie circulaire commandée par manivelle et engrenages, ou par une poulie, et dont *l'arbre est mobile,* c'est-à-dire que cet arbre peut être soulevé ou abaissé, de façon à donner facultativement plus ou moins de saillie à la lame au-dessus de la table, disposition qui permet de faire des feuillures, tenons et rainures de toutes dimensions.

Le décalage des bois se fait à la *scie de travers,* outil très-simple et maintenant très-répandu dans les ateliers et dans les chantiers de vente de bois de chauffage, où on l'utilise à diviser les bûches et rondins en longueur convenable pour leur introduction dans les foyers.

Enfin, il y a encore la scie circulaire à chariot, le grand modèle de ce système, qui permet de débiter les bois en grume de grosseur moyenne pour les convertir en madriers, lesquels on fait passer ensuite aux scies circulaires de grandeurs ordinaires qui les divisent en chevrons, frises de parquets, lames de persiennes, etc.

Nous allons, grâce à l'obligeance de M. Arbey qui nous a autorisé à relever ces machines dans ses ateliers, décrire en détail, d'une part, une belle scie circulaire à chariot, puis celle à arbre mobile dont l'usage est le plus répandu, et de l'autre sa petite scie à inclinaison variable qui permet de faire des coupes de formes très-variées, des assemblages à queue d'hironde et autres.

DESCRIPTION DE LA SCIERIE CIRCULAIRE A CHARIOT

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 5, PL. 10.

La fig. 1 est une élévation longitudinale de cette machine vue du côté du chariot; celui-ci, pouvant avoir une longueur plus ou moins grande, est brisé, et le nombre des supports à rouleau limité à trois, quoique dans l'exécution il doive y en avoir au moins quatre, deux derrière et deux devant.

Les fig. 2 et 3 sont deux sections transversales; l'une passant par l'axe de la scie, suivant la ligne 1-2; l'autre par le mécanisme de transmission du chariot, suivant 3-4.

La fig. 4 représente la machine en plan horizontal, partie vue en des-

lame sans fin, une scie à découper et la machine à corroyer et dresser les bois à lame héliçoïdale de l'invention de M. Mareschal.

sus et partie en dessous des tablettes qui recouvrent le bâti et les supports du chariot.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/20 de l'exécution.

La fig. 5 montre en détail, à une échelle double, la disposition de l'un des guides de la scie.

Le bâti de cette machine est composé de deux flasques verticales en fonte, nervées et à jours, A, boulonnées solidement sur un massif préparé à cet effet, et reliées parallèlement, haut et bas aux extrémités, par quatre forts boulons en fer ou entretoises *a*. Le dessus de ces flasques présente un rebord plat intérieur, sur lequel viennent s'appliquer et se fixer les bords de forme correspondante de la table en fonte B.

Au milieu de leur longueur, les rebords des deux flasques sont un peu moins élevés, et présentent des saillies intérieures un peu plus grandes, afin de recevoir les deux paliers *b* (fig. 2 et 4) de l'arbre principal C, qui, d'un bout, est muni de la lame circulaire S et, de l'autre, des deux poulies P et P′, l'une fixe recevant le mouvement du moteur, l'autre folle pour l'interrompre à volonté.

Pour éviter le porte-à-faux des poulies, une chaise en fonte D est rapportée contre le bâti pour supporter l'extrémité de l'arbre.

L'ajustement de la scie sur celui-ci, du côté opposé qui désaffleure le bâti, est très-simple, mais il exige une grande précision pour que la lame ne fouette pas et qu'elle tourne dans un plan bien vertical ; on a reconnu que pour obtenir ce résultat, on devait donner aux plateaux de renforcement *c* et *c′*, un diamètre d'environ 1/6 de celui de la scie ; ces plateaux sont clavetés sur l'arbre, qui est tourné d'un diamètre un peu plus faible à son extrémité pour former un épaulement suffisant pour le serrage, lequel est produit par l'écrou *d* engagé sur l'extrémité filetée de l'arbre.

Pour maintenir la lame et l'empêcher de se gauchir dans le travail, il est urgent, aussitôt que son diamètre dépasse 20 à 30 centimètres, de la faire passer dans des *guides* fixes. On fait usage à cet effet de prismes le plus ordinairement en bois blanc, maintenus dans des boîtes métalliques placées un peu au-dessous de la surface supérieure de la table, et disposées symétriquement de chaque côté de l'axe de rotation, aux trois quarts environ du rayon, de manière que leurs axes se trouvent sur une même ligne droite perpendiculaire au plan de la lame.

Dans la scierie à chariot dont il s'agit, les guides sont formés de deux vis *e* et *e′* (fig. 4 et 5), dont les extrémités sont entaillées pour recevoir de petites palettes, non en bois, mais en nerf de bœuf, qui sont maintenues serrées en contact avec les parois de la lame au moyen desdites vis, lesquelles sont engagées d'un côté dans l'épaisseur des bords verticaux de la table, et de l'autre dans la barre méplate en fer E, fixée par ses deux bouts au bord de cette même table.

Si on ne veut débiter en planches avec cette scie que des bois équar-

ris de faible dimension, on se sert simplement du guide vertical en bois F, contre lequel on fait glisser à la main la pièce en la poussant au-devant de la lame. Ce guide, à cet effet, se fixe sur la table, à la distance nécessaire, variable à volonté, au moyen de deux équerres en fer et des écrous à oreilles *f*, qui se déplacent dans des rainures pratiquées dans l'épaisseur de la table.

Quand, au contraire, comme cela doit être le cas le plus ordinaire, ce sont des bois en grume ou de forte dimension qu'il s'agit de débiter en madriers, on fait usage du chariot, lequel n'est autre qu'une longue table en fonte dressée G, qui glisse horizontalement sur une double rangée de galets *g* et *g'*. Ceux de la rangée extérieure *g* ont leur périphérie unie pour laisser glisser librement le bord dressé du dessous de la table, mais ceux *g'*, qui se trouvent du côté de la scie, présentent une gorge de forme angulaire pour recevoir la nervure de la table, qui, de ce côté, affecte la même forme saillante, afin qu'ainsi engagé le chariot ne puisse se déplacer latéralement, et que par suite la rectitude de son déplacement longitudinal soit assurée. Ces galets sont supportés par des axes qui sont mobiles dans des paliers fondus avec les supports H.

Pour plus de rigidité, deux de ces supports sont reliés au bâti de la scie par les boulons *h* (fig. 2 et 3) ; les autres, qui se trouvent de chaque côté en dehors du bâti, ont la forme symétrique de celui H', placé vers le milieu pour supporter l'arbre qui porte le pignon *p'* et le volant à manette V.

Le pignon est destiné à engrener avec la crémaillère *i* fixée dessous et sur toute la longueur du chariot, et le volant sert, en le faisant tourner à l'aide de sa manette, à le ramener rapidement en arrière lorsqu'il est arrivé à fin de course et que, par conséquent, le trait de scie est achevé.

Le mouvement en avant, qui doit s'effectuer plus lentement et avec une certaine puissance, le bois dans ce cas faisant pression sur les dents de la scie, est produit par le pignon *p* (fig. 3 et 4) qui reçoit la commande de l'arbre I, lequel est supporté par les montants extrêmes du bâti et muni du cône à poulies étagées J, qui reçoit le mouvement du moteur de l'usine au moyen d'une courroie.

A cet effet, sur l'arbre I est calé le pignon *j*, qui engrène avec la roue droite intermédiaire K, laquelle est montée folle sur un prisonnier fixé au bâti et fondu avec un pignon *k* qui commande la roue *l*, cette dernière étant fixée à l'extrémité de l'arbre muni du pignon *p* engrenant avec la crémaillère *i* du chariot.

Suivant l'essence ou la dureté des bois soumis à l'action de la scie, on les fait avancer plus ou moins vite en plaçant la courroie sur l'un ou l'autre des étages du cône, et, pour pouvoir ramener rapidement le chariot au moyen du volant V et du pignon *p'*, on débraye le pignon *p* qui, à cet effet, est monté fou sur son arbre, et a son moyeu muni de griffes

que l'on engage ou dégage à volonté du manchon *l'*, à l'aide du levier à main L.

La forme des dents des lames de scies circulaires doit être à peu près la même que celle des lames droites. Cependant, comme elles sont animées d'une plus grande vitesse, il convient de diminuer un peu l'intervalle entre les pointes lorsqu'elles doivent scier des bois très-durs ou à nœuds, et la voie doit être plus grande pour faciliter le dégagement de la sciure; leur épaisseur varie proportionnellement à leur diamètre, soit de 1 à 2 millimètres, de $0^m 20$ à $0^m 50$ et de 2 à 3 millimètres de $0^m 50$ à 1 mètre.

Vitesse. — La vitesse admise le plus généralement pour les scies circulaires est de 20 à 25 mètres par seconde à la circonférence, et souvent, une fois la machine réglée à cette vitesse, on lui fait débiter des bois indifféremment tendres et durs; il serait préférable pourtant, afin d'éviter l'usure trop rapide de la lame, dont les dents exigent un affûtage répété lorsqu'elles agissent avec une grande rapidité sur les bois très-durs, de pouvoir faire varier la vitesse suivant l'essence des bois en commandant la poulie au moyen d'un cône étagé fixé sur l'arbre de couche; on pourrait ainsi diminuer la vitesse à 15 mètres par seconde pour les bois durs ou très-noueux, et la porter au besoin jusqu'à 30 mètres pour les bois très-tendres. Quant à l'avancement du bois sous l'action de la scie, on admet, pour les bois d'une dureté moyenne, les 3/100 environ de la vitesse des dents.

Dans la scirie à chariot qui vient d'être décrite, dont la lame a 1 mètre de diamètre, la vitesse à communiquer à l'arbre porte-scie devrait varier, dans ce cas, de 285 à 570 tours par minute, soit une moyenne de 427 tours.

Le prix d'une telle machine, chez MM. Arbey et Cie, avec chariot de 6 mètres de longueur, support en fonte, lame de $1^m 20$, est de 3,000 francs; avec lame de $0^m 900$, de 2,500 francs; et chaque mètre de chariot en plus de 6 mètres, de 150 francs.

DESCRIPTION DE LA SCIE A ARBRE MOBILE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 6 A 9 DE LA PL. 10.

La fig. 6 est une élévation extérieure longitudinale de cette machine;

La fig. 7 en est une section transversale faite suivant la ligne 5-6;

La fig. 8 est un plan vu en dessus, la tablette recouvrant le bâti étant enlevée;

Enfin la fig. 9 est un détail du châssis de l'arbre mobile.

Comme pour la scie à chariot, le bâti de cette seconde machine est formé de deux flasques A, allégies par des ouvertures et fixées sur le sol au moyen de boulons traversant des patins ménagés de fonte à cet effet. Ces flasques sont reliées aux deux bouts par les croix de Saint-

André *a* et par la table en fonte dressée B, qui recouvre le mécanisme de l'arbre mobile.

Ce mécanisme est très-simple, il se compose d'un châssis en fonte N, monté à queue d'ironde pour pouvoir glisser bien verticalement à frottement, sur la face dressée de la traverse M, qui est fixée aux côtés latéraux du bâti, vers le milieu de sa longueur. Ce châssis est fondu avec les deux paliers *b*, dont les coussinets reçoivent l'arbre C, qui porte d'un bout la poulie motrice P, et de l'autre la scie circulaire S fixée, comme la précédente, au moyen des deux plateaux *c* et *c'* et de l'écrou *d*.

Pour faire désaffleurer plus ou moins la lame de la table B, il suffit de tourner dans le sens convenable la manivelle *m'*, que l'on engage sur le carré qui termine la vis *m*, laquelle traverse l'écrou *n* (fig. 9) taraudé dans la traverse du châssis N qui porte l'arbre de la scie.

Le bois à œuvrer est présenté à l'action de celle-ci en le faisant glisser contre la règle-guide en bois F, dont on règle l'écartement à volonté en la faisant glisser sur la table, puis en l'arrêtant dans la position déterminée à l'aide de l'écrou à oreilles *f*, dont le boulon traverse une rainure pratiquée dans l'épaisseur de ladite table.

Le plus ordinairement on ajoute à ce modèle de scierie une tablette placée en dehors du bâti, devant la lame, et supporté par un pied droit annexe. Cette tablette est munie d'un guide articulé sur un centre fixe, et munie d'un secteur à coulisse qui permet de l'arrêter suivant tel angle que l'on désire; disposition donnant la faculté de faire des coupes de formes spéciales et déterminées, avec une grande précision, sans tracé préalable sur la pièce à façonner.

La vitesse de rotation à communiquer à l'arbre de la scie, dont la lame a 0^m450, est, en admettant la vitesse moyenne de 20 à 25 mètres par seconde à la circonférence, de 900 à 1000 tours par minute, que l'on peut porter à 1200 pour les bois tendres.

Son prix est de 850 francs, dans les dimensions représentées sur notre dessin; le modèle au-dessous, avec lame de 0,30 à 0,35, est seulement de 700 francs.

DESCRIPTION DE LA SCIE A INCLINAISON VARIABLE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 10, 11 ET 12.

Cette petite machine, vue de face, de côté et en section verticale sur les fig. 10, 11 et 12, permet, tout étant d'une construction simple et occupant un très-petit espace, de façonner de nombreuses pièces différentes et de formes les plus variées, par suite des positions diverses que l'on peut donner à la scie. Elle est destinée à être fixée au bout d'un bâti quelconque R (fig. 11), simplement au moyen de deux boulons à écrou *h*.

Le dessus de ce bâti est muni d'une rainure *h'* (fig. 10), dans laquelle

on engage une règle en fer fixée sous une tablette servant à recevoir la pièce de bois à œuvrer que l'on supporte par un châssis disposé en dehors, parallèlement au bâti.

Comme dans la scie à arbre mobile, l'arbre C qui porte la lame S et la poulie motrice P, est monté dans les paliers du châssis en fonte N, ajusté à queue d'ironde pour pouvoir glisser verticalement, au moyen de la vis *m* qui traverse l'écrou *n*, le long de la pièce M.

Mais cette pièce n'est pas montée à poste fixe, elle est dressée sur sa face antérieure et est munie d'un secteur denté *t'* qui pénètre dans une coulisse *r*, de forme correspondante, ménagée au support principal R', au pied de la machine, qui se boulonne, comme nous l'avons dit, au bout du bâti R.

Avec la crémaillère *t'* engrène le pignon *t*, que l'on peut aisément faire tourner à l'aide du volant à main *v*, de sorte que tout l'ensemble de la plaque M et du châssis N, mobile le long de cette plaque, peut s'incliner en tournant dans la coulisse et être guidé par elle; ce qui, par suite, permet de donner à la lame telle inclinaison jugée nécessaire pour entailler le bois suivant un angle exact quelconque. Une fois la position déterminée, on arrête la pièce M d'une façon immuable en serrant l'écrou à oreilles *r*.

On voit donc que, malgré son petit volume et son peu de complication, cette scie peut satisfaire à toutes les exigences d'un travail de façonnage d'objets en bois de formes très-variées.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVE DE GRANDE PUISSANCE

A QUATRE CYLINDRES ET SIX ESSIEUX ACCOUPLÉS

Par M. JULES PETIET,

Ingénieur en chef du matériel au chemin de fer du Nord.

(PLANCHES 11 A 14.)

Nous avons décrit précédemment, dans le XIIIe volume de ce Recueil, une machine locomotive-tender, dite de *forte rampe*, qui a été composée par M. Petiet, dans le but d'effectuer de faibles parcours, en remorquant de fortes charges et sur des rampes d'inclinaisons très-prononcées. A propos de cette machine, dont la structure différait très-sensiblement de celles jusqu'alors en usage, nous nous sommes un peu étendu sur les motifs qui conduisent maintenant les ingénieurs des chemins de fer à construire des machines qui réunissent des propriétés dont la nécessité est de plus en plus vivement sentie au fur et à mesure que l'importance des trafics s'accroît, et que les difficultés de terrain pour l'établissement des lignes se multiplient.

Si, en effet, on a commencé l'application des voies ferrées par les pays d'une configuration topographique relativement simple, on a bientôt désiré traverser de même les contrées montagneuses, problème qui naît assez ordinairement d'un service international à créer, puisqu'il s'agit de franchir le plus souvent ce que l'on est convenu de prendre pour les *limites naturelles* d'une nation, et qui sont, dans bien des cas, des montagnes. Or, le tracé d'un chemin de fer dans les montagnes ne peut se faire sans rampes ni sans courbes de faible rayon, et sans offrir de ces courbes en grand nombre pour amoindrir l'inclinaison des rampes ou éviter les *percées* importantes; et, de toute façon, on ne peut éviter toutes ces difficultés qui se présentent inévitablement à différents degrés.

Nous avons plus d'une fois rappelé, en parlant du matériel des chemins de fer, les conditions désirables pour une locomotive à marchandises, par exemple, qui serait destinée à entrer en service sur une voie à profil accidenté et présentant des courbes de faible rayon; il faut d'abord de la puissance, que l'on ne peut obtenir qu'à l'aide de grandes surfaces de chauffe, lesquelles conduisent à allonger ou à grossir la chaudière : mais, si l'on veut agrandir le diamètre de la chaudière et la largeur du foyer, il faut se placer au-dessus des roues, qui doivent être alors de petit diamètre, afin de ne pas donner trop de hauteur à l'ensemble de la machine; si l'on étend cette surface en allongeant, au contraire, le corps de la chaudière, on se trouve dans l'obligation d'augmenter dans le même rapport l'entre-axe extrême des essieux, et, s'il s'agit d'une machine dont tous les essieux doivent être connexés, le passage des courbes devient de plus en plus difficile, etc.

Pour les machines à grande vitesse qui exigent également de la puissance, si l'on doit remonter des rampes, il est nécessaire de conserver aux roues motrices un diamètre qui ne peut être réduit au-dessous d'une certaine limite, et leur position n'est pas facile à choisir, en raison du diamètre nécessaire pour la chaudière; d'ailleurs, si l'on doit réunir à la fois vitesse et grand effort de traction, un seul essieu moteur ne suffit jamais pour transformer une partie importante du poids de la machine en poids moteur ou adhérent, et l'on connexe deux essieux, ce qui conduit au type de machine dit *mixte* : mais la pratique a permis de reconnaître que cet accouplement de deux essieux s'accorde mal avec les grandes vitesses, et, en général, pour les trains rapides ou *express*, on a dû, jusqu'à présent, s'en tenir aux machines à un seul essieu moteur qui ne fournissent alors qu'un effort de traction relativement faible, insuffisant pour remorquer des charges rémunératrices sur des rampes un peu prononcées, etc., etc.

Nous craindrions de nous redire en étendant davantage cette discussion, dans laquelle nous entraîne tout naturellement le sujet que nous voulons traiter dans cet article; il s'agit en effet des machines locomotives, d'un système très-neuf et très-intéressant, dont la Compagnie du chemin de fer du Nord vient de faire l'application sur son réseau, et dont l'initiative est entièrement due à ses habiles ingénieurs.

Quelques mots suffiront pour faire comprendre le principe nouveau sur lequel ces machines, à voyageurs et à marchandises, sont basées.

Ces locomotives, qui sont d'ailleurs à tender adhérent, ou, pour mieux dire, qui portent elles-mêmes leur approvisionnement d'eau et de charbon, sont pourvues chacune d'un double mécanisme, c'est-à-dire de deux paires de cylindres avec leurs accessoires au complet.

Dans la machine à marchandises, chaque paire de cylindres commande trois essieux connexés, de façon que l'ensemble de la machine repose sur six essieux utilisant son poids total pour l'adhérence, et qui

ne sont cependant soumis au parallélisme que trois par trois, ce qui fait que, malgré un entre-axe extrême assez considérable, la machine peut se prêter au passage des courbes de faible rayon.

A l'égard de la machine à voyageurs ou à grande vitesse, chaque paire de cylindres commande un essieu moteur indépendant, ce qui permet d'utiliser un poids adhérent au moins double, sans l'inconvénient de l'accouplement; entre les deux essieux moteurs se trouvent trois essieux portants et libres, armés de petites roues.

Enfin, dans les deux types, le générateur et le foyer ont pu acquérir des dimensions jusqu'alors inusitées, et qui en font, en définitive, les machines les plus puissantes que l'on ait jamais mises en circulation sur une voie ferrée.

Nous décrirons particulièrement la machine à marchandises de ce système, en faisant précéder notre travail d'un extrait de la savante Notice, rédigée par M. Petiet, pour la Commission de l'Exposition de Londres, en 1862. Cette notice est l'exposé le plus clair des motifs qui ont servi de base à l'établissement de ces deux types de machines, ainsi que d'un troisième qui figurait à l'Exposition, et qui est, à proprement parler, la première machine, de *forte rampe*, que nous avons publiée, mais avec le générateur transformé et semblable à celui des types à quatre cylindres.

On voudra bien remarquer seulement, afin de ne pas se méprendre sur le sens de cette notice, qu'elle date d'une époque où les machines qu'elle décrit n'étaient pas encore toutes en service, tandis qu'actuellement on peut en voir un assez grand nombre en circulation sur la ligne du Nord.

BASES D'ÉTABLISSEMENT DES NOUVELLES LOCOMOTIVES EN SERVICE SUR LE CHEMIN DE FER DU NORD.

(EXTRAIT DE LA NOTICE DE M. PETIET.)

Exposé des motifs. — « Pour remorquer, dans des conditions économiques, un train ordinaire de voyageurs, à *grande vitesse*, ou pour entraîner un lourd train de marchandises, à *petite vitesse*, il faut des locomotives puissantes. Or, ce qui constitue la puissance d'une locomotive, c'est, avant tout, la faculté qu'elle a de produire une grande quantité de vapeur. Il faut donc une chaudière énergique avec un foyer capable de brûler du combustible en quantité suffisante.

C'est là le premier élément, et c'est certainement le plus essentiel.

Le second élément, c'est la force de traction intimement liée à l'adhérence.

Un troisième élément, qui doit être pris en sérieuse considération, surtout lorsque l'inclinaison des pentes sur lesquelles les trains doivent circuler devient considérable, c'est le poids du moteur avec ses approvisionnements.

En résumé, le but théorique vers lequel on doit tendre, c'est d'obtenir une

forte production de vapeur et un grand effort de traction avec un poids de moteur, approvisionnements compris, aussi restreint que possible.

L'examen que nous allons faire, et qui a pour objet la comparaison entre les dispositions en usage et celles des nouvelles locomotives, comprendra deux parties : l'une relative à l'appareil de vaporisation, et l'autre à la *machinerie* ou mécanisme.

Dans les deux cas, on fera ressortir les dispositions au moyen desquelles on peut réduire le poids de l'ensemble du moteur.

Appareil de vaporisation. — L'appareil de vaporisation se compose de trois parties distinctes : le foyer, les tubes et la cheminée.

La plupart des foyers ont leur largeur limitée par l'obligation où l'on est de les placer entre les longerons, ou au moins entre les roues lorsque les longerons sont extérieurs. Nos grosses locomotives à marchandises, système Engerth, ont pu avoir un foyer relativement beaucoup plus large, parce que l'écartement du quatrième au cinquième essieu a permis de le placer entre les boudins des roues.

Les nouvelles locomotives ont le foyer placé au-dessus des roues et des longerons; il a donc été possible de lui donner une grande largeur (soit 1m77 et 1m80). En élargissant les foyers, on peut mettre des tubes dans le corps cylindrique en plus grande quantité; on peut de plus obtenir, sans allongement de la chaudière, une plus grande surface de grille, et l'on sait que pour brûler des combustibles de basse qualité il faut augmenter notablement la surface de la grille.

Les grilles de ces locomotives sont toutes du système breveté par M. Belpaire, ingénieur en chef au chemin de fer de l'État de Belgique.

Voici la comparaison des surfaces de grille des diverses locomotives du chemin de fer du Nord.

LOCOMOTIVES A VOYAGEURS.

Système Buddicom.	0m932 × 1m059 = 0m985
Système Crampton.	1, 236 × 1, 056 = 1, 305
Mixte Engerth.	1, 282 × 1, 050 = 1, 340
A 4 cylindres.	1, 475 × 1, 775 = 2, 620

LOCOMOTIVES A MARCHANDISES.

Petites.	3	essieux couplés.	0m949 × 0m934 = 0m880
Moyennes.	3	d°	1, 400 × 1, 020 = 1, 430
Grosses Engerth.	4	d°	1, 440 × 1, 350 = 1, 944
Fortes rampes (nouvelles) . .	4	d°	1, 475 × 1, 775 = 2, 620
4 cylindres.	6	d°	1, 850 × 1, 800 = 3, 330

La surface de grille de la locomotive à voyageurs à 4 cylindres est donc le double de celles des locomotives Engerth mixtes et Crampton.

La surface de grille de la locomotive à marchandises à 4 cylindres est de 70 p. 100 plus grande que celle des grosses Engerth; elle est près de 4 fois aussi grande que celle de nos petites locomotives à marchandises.

Les foyers des nouvelles locomotives, comparés aux surfaces de chauffe, ne présentent évidemment aucune économie de poids, parce que les grilles ont une très-grande étendue, que leurs barreaux sont fort minces, très-rapprochés et par conséquent assez lourds.

Le ciel des foyers est formé par deux parois parallèles réunies par des entretoises, comme dans les parois latérales des foyers des locomotives généralement en usage.

Les locomotives du chemin de fer du Nord ont des tubes dont la longueur varie de 2m74 à 5 mètres; leur diamètre extérieur varie de 0m045 à 0m055.

Dans les nouvelles locomotives nous avons donné la préférence aux tubes de 3m50 de longueur; cela nous a permis, en adoptant un diamètre de 0,040, de réduire l'épaisseur moyenne du métal à 1 1/2 millimètre, et d'obtenir ainsi une économie sensible à la fois sur le poids du moteur et sur le poids de l'eau contenue dans la chaudière, puisque celle-ci est relativement plus courte.

Afin de pouvoir mettre plus de tubes dans le même générateur, nous avons restreint le volume de vapeur disponible, en reportant le réservoir dans un second corps tubulaire, traversé et entouré par la fumée sortant de la chaudière principale. La chaudière porte donc ainsi un sécheur, qui a pour but de permettre de diminuer sans inconvénient le volume réservé à la vapeur, et qui a pour résultat d'enlever à cette vapeur la plus grande partie de l'eau qu'elle entraîne presque toujours avec elle.

La surface de chauffe de ce sécheur, fort simple et fonctionnant d'une manière normale, varie de 12 à 14 mètres carrés.

Voici les dimensions de surface de chauffe des diverses chaudières des locomotives du chemin de fer du Nord :

DÉSIGNATION des DIFFÉRENTES MACHINES.	TUBES.		CORPS CYLINDRIQUE DIAMÈTRE.	SURFACES DE CHAUFFE			
	Diamètre.	Longueur.		au foyer.	aux tubes.	au sécheur.	totale.
Locomotives à voyageurs :							
Système Buddicom, 1 essieu moteur...	0.045	2.740	1.115	5.41	57.17	»	62.58
— Crampton, 1 essieu moteur...	0.050	3.657	1.215	6.31	91.08	»	97.39
— Engerth, 2 essieux couplés..	0.050	4.500	1.271	8.50	117.00	»	125.50
— à 4 cylind., 2 essieux moteurs.	0.040	3.500	1.278	10.06	144.76	12.00	166.82
Locomotives à marchandises :							
Petites..... 3 essieux couplés...	0.050	3.800	0.950	5.50	68.60	»	74.10
Moyennes..... 3 essieux couplés...	0.050	3.243	1.500	9.07	117.53	»	126.60
Grosse Engerth.. 4 essieux couplés...	0.055	5.000	1.500	10.76	186.23	»	196.99
Fortes rampes... 4 essieux couplés...	0.040	3.500	1.278	10.06	144.76	12.00	166.82
4 cylindres..... 6 essieux couplés...	0.040	3.500	1.450	10.00	189.00	14.35	213.35

En comparant les deux types de machines à 4 cylindres aux machines du système Engerth, on voit de suite combien les chaudières nouvelles sont plus compactes.

Ainsi, avec le même diamètre (1,278 au lieu de 1,271) et une longueur de 3m50 au lieu de 4m50, la locomotive à voyageurs à 4 cylindres a une surface de tubes de 145 mètres, tandis que l'Engerth n'a que 117 mètres.

La chaudière de la locomotive à marchandises à 4 cylindres ayant un diamètre de 1m450 et une longueur de 3m50, a une surface de tube de 189 mètres, tandis que l'Engerth, malgré son diamètre de 1m50 et sa longueur de 5 mètres, n'a que 186 mètres carrés.

Il est bien évident que, pour la partie cylindrique de la chaudière, les dispositions employées donnent, pour le poids du mètre carré, une réduction très-notable que nous préciserons plus loin.

L'élévation de la grille au-dessus des roues, l'emploi du sécheur horizontal, ne permettraient qu'une cheminée d'une longueur insuffisante. Nous avons donc été amenés à mettre la cheminée horizontale. Mais il est clair qu'avec un tirage artificiel la direction de la cheminée est insignifiante.

La chaudière entière, comprenant son enveloppe, ses supports, les appareils de sûreté, le régulateur complet, les tuyaux de prise de vapeur et d'introduction aux cylindres, les pompes d'alimentation et leurs accessoires, l'échappement et la cheminée, le sécheur horizontal et la grille, a été pesée ou son poids calculé pour les types que nous examinons. On a tenu compte, en outre, du poids de l'eau et du poids du combustible; en comparant ces poids à la surface de chauffe, on arrive aux résultats indiqués au tableau ci-après :

DÉSIGNATION des DIFFÉRENTES MACHINES.	POIDS.			SURFACE DE CHAUFFE.	POIDS PAR MÈTRE CARRÉ DE CHAUFFE.		
	Chaudière et accessoires.	Eau et combustible.	Ensemble.		Chaudière et accessoires.	Eau et combustible.	Ensemble.
Locomotives à voyageurs :							
Système Buddicom	6300k	2200k	8500k	62m	101k	36k	137k
— Crampton	9100	3500	12600	97	94	36	130
— Engerth	12500	3850	16350	126	99	31	130
— à 4 cylindres	12800	3320	16120	167	77	20	97
Locomotives à marchandises :							
Petites	7950	1900	9350	74	107	27	134
Moyennes	12200	5100	17300	126	97	40	137
Engerth	16500	6300	22800	197	84	27	111
A 4 cylindres	14800	4460	19260	214	68	21	90

La chaudière complète, contenant son eau et ayant le combustible dans le foyer, ne pèse, pour la locomotive à voyageurs à 4 cylindres, que 97 kilogrammes le mètre carré de chauffe, tandis que le poids du mètre carré est de 130 kilogrammes dans les machines Engerth et dans les Crampton. La locomotive à 4 cylindres à marchandises ne pèse que 90 kilogrammes au lieu de 111 kilogrammes pour les grosses Engerth, poids déjà très réduit comparé aux premières machines.

Machinerie. — Sous la dénomination de machinerie, nous comprenons le mécanisme composé des cylindres, pistons, bielles et roues motrices; le châssis servant d'intermédiaire entre les roues de support et les roues motrices, et soutenant la chaudière; enfin le tender lui-même, y compris les approvisionnements d'eau et le combustible, les agrès, etc. Cette seconde partie de la locomotive entre pour les deux tiers environ dans le poids total.

Nous examinerons séparément les machines locomotives à voyageurs et celles à marchandises.

Locomotives à voyageurs. — Les nécessités d'un service qui est quelquefois très-chargé sur les lignes fréquentées, et la présence de pentes assez fortes, ont obligé les Compagnies à commander depuis assez longtemps des locomotives à voyageurs puissantes, et à accepter presque généralement l'accouplement par bielles de deux des essieux. Mais pour les trains *express* devant marcher à des vitesses de plus de 60 kilomètres à l'heure, l'accouplement de deux essieux présente des inconvénients. Il est difficile que le diamètre des 4 roues reste longtemps égal : au bout d'un certain temps, une des paires de roues ayant éprouvé une plus grande usure a un diamètre plus faible, ce qui entraîne à un frottement supplémentaire fatiguant les bielles d'accouplement. En outre, ces bielles ayant un poids assez grand sont exposées à se rompre à grande vitesse; c'est donc avec une certaine hésitation que l'on emploie des locomotives à roues couplées pour les trains express, et on continue à donner la préférence pour leur remorquage aux locomotives à roues indépendantes, en mettant une plus grande charge sur l'essieu moteur. Mais alors, sans parler des inconvénients que les voies en éprouvent, les bandages s'usent rapidement, et chaque fois que les circonstances atmosphériques ne sont pas favorables, l'adhérence est insuffisante et les roues patinent.

Nous éprouvons ces embarras avec nos locomotives à voyageurs : nos Engerth à roues couplées sont excellentes pour les trains de voyageurs à vitesse ordinaire, mais nous ne pouvons les mettre aux trains express dans la crainte de rupture des bielles d'accouplement. Nos locomotives Crampton remorquent très-bien nos trains express; mais sur des rampes de 0,005, et avec des trains un peu chargés, elles manquent d'adhérence.

Nous avons donc été amenés à reconnaître qu'il était indispensable d'avoir deux essieux moteurs pour les trains express, en évitant l'emploi des bielles d'accouplement, et nous exécutons les locomotives à 4 cylindres.

La chaudière de ces locomotives sera en tout semblable à celle de la locomotive de fortes rampes. Elle ne peut donc être placée que sur un châssis assez bas et au-dessus des roues porteuses ayant $1^{m}065$ de diamètre. Les essieux moteurs sont aux extrémités; ils sont montés sur des roues de $1^{m}60$ de diamètre. L'écartement des essieux extrêmes est de $5^{m}17$, il est moindre que celui de certaines locomotives dont l'essieu moteur est au milieu; il n'y a donc au-

cune difficulté à prévoir pour le parcours de cette locomotive dans les courbes.

Les roues de petit diamètre pèsent moins, et elles n'exigent qu'un châssis court et par conséquent plus léger.

La force étant répartie entre 4 *cylindres* au lieu de 2, les pistons sont plus petits et plus légers ainsi que les bielles et tout le mécanisme.

En résumé, la locomotive à 4 cylindres, portant un approvisionnement d'eau de 7,000 kilogrammes et 2,000 kilogrammes de combustible, et ayant une surface de chauffe de 167 mètres carrés, ne sera pas sensiblement plus lourde que la locomotive Crampton ayant 97 mètres de surface de chauffe, 7,000 kilogrammes d'eau et 1,500 kilogrammes de combustible, ni plus lourde que la mixte Engerth avec 126 mètres carrés de chauffe, 5,000 kilogrammes d'eau, 1,600 kilogrammes de combustible : elle pèsera 48,200 au lieu de 47,200 kilogrammes.

Voici les dimensions et les calculs que l'on peut faire sur les divers types de locomotives du chemin de fer du Nord pour le transport des voyageurs.

MACHINES A VOYAGEURS.	BUDDICOM.	CRAMPTON.	MIXTE ENGERTH.	A 4 CYLINDRES.
Surface de grille	0.985	1.305	1.340	2.620
Surface de chauffe	62.58	97.39	125.50	166.82
Tension absolue de la vapeur dans la chaudière (1)	7 atm.	8 atm.	8 atm.	9 atm.
Diamètre des cylindres	0.360	0.420	0.420	0.360
Surface des pistons	0.2036	0.2770	0.2770	0.4072
Course des pistons	0.533	0.55	0.56	0.340
Diamètre des roues motrices	1.850	2.10	1.739	1.600
Circonférence des roues motrices	5.81	6.60	5.45	5.026
Pression sous les roues motrices	9.200k	11.000	22.400	21.400 19.000 18.000
Rapport de la vitesse de la roue à la vitesse des pistons	5.45	6 »	4.86	7.39
Traction théorique par atmosphère de pression effective	386k	477	587	569
Traction calculée avec coefficient de 0,60 de la pression effective	1390	2000	2465	2731
Rapport de la traction calculée au poids fournissant l'adhérence	0.151	0.182	0.109	0.130 0.144 0.152
Traction calculée par mètre carré de grille	1411k	1532	1840	1042
— — de chauffe	22k.3	20k.3	19k.6	16k.3
Poids de la machine et du tender avec approvisionnements complets	29.800	46.300	47.200	48.200
Poids de la machine calculé par mètre carré de chauffe	476	486	377	289

(1) La pression effective est toujours, comme on sait, de 1 atmosphère en moins.

Les conditions d'établissement de la locomotive à quatre cylindres qui ressortent du tableau ci-dessus sont satisfaisantes. Ses deux essieux moteurs, sans être surchargés, ont une grande adhérence, et leur force de traction est considérable. La production de vapeur, avec une surface de chauffe aussi développée, alimentera facilèment les cylindres, puisque la traction calculée n'est que de 16^k par mètre carré de chauffe, tandis qu'elle est de 19 à 22^k dans les autres types.

Le poids total du moteur avec approvisionnements complets, comparé à la surface de chauffe, n'est que de 289^k, tandis qu'il est de 377 dans les mixtes Engerth et de 480 pour les locomotives Buddicom et Crampton.

Il y a cependant une observation qui se présente naturellement à l'esprit : elle concerne le diamètre des roues motrices. Ce diamètre n'est que de 1^m60, tandis que dans les locomotives des trains express on donne en général plus de 2 mètres.

Nous dirons d'abord que l'expérience a démontré que les très-grands diamètres ne sont pas nécessaires. Nous-mêmes, après avoir fait des locomotives système Crampton avec roues de 2^m30, nous sommes revenus au diamètre de 2^m10 que présentent nos premières locomotives de ce système, et celles-ci vont au moins aussi bien que les autres.

Si l'on examine avec attention cette question, il semble jusqu'à un certain point que la diminution du diamètre des roues motrices ne peut avoir que des avantages si elle est accompagnée d'une diminution encore plus grande dans la course des pistons, si, en un mot, le rapport de la vitesse de la roue à celle du piston est plus grand.

En nous reportant au tableau précédent, nous voyons que, lorsque dans la locomotive à quatre cylindres le piston marche à 1 mètre de vitesse par 1", la circonférence de la roue est animée d'une vitesse de 7^m39 ;

Dans la locomotive Crampton cette vitesse est de 6 mètres;

Dans la locomotive Buddicom de 5^m45, et enfin, dans les locomotives mixtes Engerth, cette vitesse n'est que de 4^m86.

Il en résulte que, pour la même vitesse de marche d'un train, la vitesse du piston sera beaucoup plus faible dans la locomotive à quatre cylindres que dans les autres.

Si nous prenons, par exemple, la vitesse de nos express du Nord qui est de 72 kilomètres à l'heure ou 20 mètres par 1", la vitesse du piston sera respectivement :

		Vitesse.		Rapports.
Dans la machine à quatre cylindres de		2^m71	par 1"	1,000
—	Crampton.	3^m33	—	1,229
—	Buddicom.	3^m66	—	1,350
—	mixte Engerth. . .	4^m11	—	1,517

On voit donc que la vitesse des pièces mobiles sera sensiblement moindre. Mais, en outre, le poids de ces pièces est bien plus faible, puisque la tige du piston et la bielle sont plus courtes à cause du peu de longueur de la course.

Les poids des pièces animées d'un mouvement alternatif pour un des cylindres sont :

	Poids.	Rapports.
Pour la locomotive à 4 cylindres.	101k	1,000
— Crampton.	227	2,247
— Buddicom.	127	1,257
— mixte Engerth.	334	3,307

Le travail de la force perturbatrice résultant du mouvement alternatif du piston, de la bielle, etc., est proportionnel au poids de ces pièces et au carré de leur vitesse moyenne. Ce travail s'établit donc dans les proportions ci-dessous :

		Rapports.
Locomotive à 4 cylindres.. . .	1,000 × 1,000 × 1,000 =	1,000
— Crampton..	2,247 × 1,229 × 1,229 =	3,391
— Buddicom.	1,257 × 1,350 × 1,350 =	2,292
— mixte Engerth. . .	3,307 × 1,517 × 1,517 =	7,609

L'influence perturbatrice résultant du mouvement alternatif des pistons et de leur mécanisme est donc bien moindre dans les locomotives à quatre cylindres que dans les autres types de locomotives à voyageurs employés au chemin de fer du Nord.

Mais on ne doit pas se dissimuler que le nombre de tours par 1", pour la même vitesse de marche, sera plus grand, et à 72 kilomètres de vitesse à l'heure, par exemple, la locomotive à quatre cylindres devra faire quatre tours par 1" quand la machine Crampton n'en fait que trois. Il doit en résulter une plus grande usure qu'il est difficile d'apprécier.

Supposons cependant que l'on en tienne compte par un coefficient proportionnel au nombre de tours; les rapports ci-dessus deviendraient (1) :

		Rapports.
Locomotive à quatre cylindres.	1,000 =	1,000
— Crampton.. . . .	3,391 × $\frac{1,60}{2,10}$ =	2,584
— Buddicom.. . . .	2,292 × $\frac{1,60}{1,85}$ =	1,983
— mixte Engerth.. .	7,609 × $\frac{1,60}{1,739}$ =	7,000

Il paraît donc certain que la réduction dans le diamètre des roues n'amènera pas un obstacle sérieux à la marche à grande vitesse de cette locomotive.

L'emploi des petites roues est une condition du système aussi bien pour les roues porteuses que pour les roues motrices; il a pour résultat d'obtenir un *poids mort* très-reduit. Avec des fusées à large surface et un bon graissage, on n'a pas à craindre de voir les boîtes chauffer. — Les trois essieux du milieu ont du jeu latéralement, de manière à se déplacer naturellement dans les courbes.

Quant à l'emploi d'un double mécanisme, il ne présente pas de difficultés : les deux distributions de vapeur sont commandées par le même levier de chan-

(1) Admettons même que cette influence doive être représentée par un coefficient égal au carré du nombre de tours, les rapports deviendront respectivement :

1,000 — 1,969 — 1,715 — 6,440.

gement de marche, de façon que les deux groupes de machines marchent non-seulement dans le même sens, mais avec la même détente.

Il y a deux régulateurs distincts pour avoir la faculté de régler à volonté l'admission de la vapeur dans les cylindres de chaque groupe.

En résumé, les locomotives à quatre cylindres remorqueront à la même vitesse et sur les mêmes rampes des trains plus lourds ; elles pourront monter sur des rampes plus fortes le même train à une plus grande vitesse.

Locomotives à marchandises. — L'insuffisance d'adhérence que nous avons signalée dans les locomotives à voyageurs existe au même degré pour les locomotives à marchandises.

Il importe donc pour ces dernières d'utiliser pour l'adhérence le poids total du moteur et de ses approvisionnements; c'est ce qui est réalisé dans la nouvelle locomotive de fortes rampes, et dans la locomotive à marchandises à quatre cylindres et six essieux accouplés par groupes de trois.

La faible dimension des roues (1m 065) est motivée par l'obligation d'avoir le foyer au-dessus des roues, de diminuer le poids du moteur et de ne pas exagérer l'écartement des essieux extrêmes.

La locomotive à marchandises à quatre cylindres présente un écartement de 6 mètres entre les essieux extrêmes : elle passerait donc avec difficulté dans les petites courbes, si ses essieux extrêmes n'avaient pas beaucoup de jeu dans leurs coussinets; aussi leurs fusées permettent-elles un jeu de 15 millimètres de chaque côté, soit en tout 30 millimètres; ainsi disposée, la locomotive, avec ses deux essieux moteurs écartés de 3m 72, passera facilement dans les courbes d'un rayon de 200 mètres.

Dans le tableau qui suit se trouvent les principales dimensions et les calculs de puissance de traction des divers types de locomotives à marchandises employées sur le chemin de fer du Nord, comparées aux nouvelles locomotives.

Ce tableau fait voir que la locomotive Engerth, comme nous l'avons dit ailleurs, présentait déjà un grand avantage, au point de vue du poids mort, sur nos autres types employés. Le poids du moteur avec ses approvisionnements au complet, qui était par mètre carré de chauffe de 526 kilogrammes dans les petites locomotives, et de 417 kilogrammes dans les moyennes à trois essieux couplés, avait été réduit à 319k dans la grosse Engerth à quatre essieux couplés. Ce poids n'est plus que de 258k dans la nouvelle locomotive de fortes rampes.

Avec un approvisionnement de 6,000 kilogrammes d'eau et 2.000 kilogrammes de combustible, cette locomotive pèse 43,280 kilogrammes selon la répartition ci-dessous :

Essieu d'avant.	10,590 kilogrammes.
Deuxième essieu.	10,755
Troisième essieu.	10,655
Essieu d'arrière.	11,280
Total.	43,280 kilogrammes.

Quand les approvisionnements sont à demi épuisés, la répartition se modifie ainsi :

MACHINES à MARCHANDISES.	PETITES MACHINES. — 3 essieux couplés.	MOYENNES CREUZOT. — 3 essieux couplés.	GROSSES ENGERTH. — 4 essieux couplés.	FORTES RAMPES. — 4 essieux couplés.	A QUATRE CYLINDRES. — 6 essieux couplés.
Surface de grille	0.880	1.430	1.914	2.620	3.330
Surface de chauffe	74.10	126.600	196.99	166.82	213.35
Tension absolue de la vapeur (1)	7 atm.	7 atm.	8 atm.	9 atm.	9 atm.
Diamètre des cylindres	0.380	0.460	0.500	0.480	0.420
Surface des pistons	0.2268	0.3324	0.3927	0.3619	0.5542
Course des pistons	0.610	0.680	0.660	0.480	0.440
Diamètre des roues motrices	1.258	1.425	1.258	1.065	1.065
Circonférence des roues motrices	3.952	4.477	3.952	3.346	3.346
Poids sous les roues motrices	22.900	33.900	40.300	43.000 40.000 37.000	57.600 54.000 48.000
Rapport de la vitesse de la roue à la vitesse des pistons	3.24	3.29	2.99	3.42	3.80
Traction théorique par atmosphère effective	723k	1.033k	1.355k	1.079k	1.505k
Traction calculée avec coefficient de 0.65 de la pression effective (2)	2.820k	4.029k	6.165k	5.574k	7.826k
Rapport de la traction calculée au poids fournissant l'adhérence	0.123	0.118	0.152	0.130 0.139 0.151	0.136 0.145 0.163
Traction calculée par mètre carré — de grille	3.204	2.817	3.171	2.127	2.350
Traction calculée par mètre carré — de chauffe	38k	31.8	38.3	34.4	36.6
Poids de la locomotive et du tender avec ses approvisionnements complets	39.000	51.700	62 800	43.000	57.600
Poids de la machine, etc., par mètre carré de chauffe	526k	408	319	258	264

(1) La pression effective étant, comme toujours, de 1 atmosphère en moins.

(2) Ce coefficient n'a rien d'absolu.

Essieu d'avant	10,320 kilogrammes.
Deuxième essieu	9,705
Troisième essieu	9,320
Essieu d'arrière	9,960
Total	39,305 kilogrammes.

Les locomotives de fortes rampes sont un peu moins puissantes que nos grosses Engerth, mais elles sont incomparablement plus légères; elles remorquent sur faibles pentes des trains moins lourds que les Engerth, mais sur des

rampes de 18 millimètres par mètre cette différence s'annule. Sur des rampes de 25 millimètres et au-dessus elles remorquent davantage, cela s'explique facilement puisqu'elles pèsent 20,000 kilogrammes de moins.

La locomotive à marchandises à quatre cylindres et à six essieux accouplés par groupe de trois, est la première étape d'une nouvelle augmentation de puissance de locomotive. Notre intention est de faire faire à cette locomotive un service analogue à celui que nous tirons des grosses Engerth. — Les 40 locomotives de cette espèce que nous possédons depuis 1856 nous servent à remorquer les lourds trains composés de wagons chargés chacun de 10 tonnes de houille; elles sont pour nous d'une très-grande utilité, surtout pendant l'hiver, puisque une seule locomotive remorque 115 pour 100 de plus que nos petites locomotives, et 50 pour 100 de plus que nos moyennes. Leur parcours kilométrique, qui a été en moyenne de 25,000 kilomètres pendant l'année 1861, indique bien qu'elles fonctionnent d'une manière satisfaisante, surtout si l'on tient compte de l'obligation de restreindre leur marche pendant sept mois de l'année : le mouvement journalier des charbons, pendant l'été, n'étant guère que la moitié du mouvement en hiver.

La locomotive à quatre cylindres coûtera moins d'acquisition que la grosse Engerth, puisque son poids à vide est moindre de 4,000 kilogrammes.

Néanmoins, sa surface de chauffe aura 214 mètres carrés au lieu de 197 mètres; elle aura l'adhérence de six essieux chargés de 48 à 57 tonnes, au lieu de l'adhérence de quatre essieux pesant 40 tonnes. Elle sera donc sensiblement plus puissante et fera sur nos lignes, avec facilité, un service analogue à celui de nos grosses Engerth.

Mais il est bien évident qu'en augmentant encore la surface de la grille et du foyer en faisant usage d'une chaudière de $1^{m}50$ de diamètre, au lieu de $1^{m}45$, et de tubes de 4 mètres de longueur, au lieu de $3^{m}50$, on pourra avoir une locomotive encore plus puissante, sans dépasser une charge de 10,000 à 11,000 kilogrammes sur chaque essieu.

On arrivera ainsi à une locomotive ayant 250 mètres carrés de surface de chauffe et une puissance de traction effective de 8,400 kilogrammes. — Deux locomotives de ce genre, l'une en tête, l'autre en queue, seraient en état de remorquer un train de 180,000 kilogrammes de poids brut sur des rampes de 50 millimètres par mètre, rampes que l'on sera peut-être amené à accepter si l'on veut surmonter à court délai les grands faîtes de partage.

Résumé. — Les trois types des locomotives exposées émanent du même principe. — Puissante production de vapeur avec emploi de combustible à bas prix; — forte adhérence sans exagérer le poids sous chaque roue; — grande puissance de traction avec des mécanismes relativement légers; — enfin, réduction considérable du poids mort, avec tous les avantages qui en découlent. »

Après cet exposé qui montre si bien le but que M. Petiet s'est proposé d'atteindre avec ces nouvelles locomotives, rien n'est plus aisé que d'en suivre les détails de construction à l'aide de la description suivante et des dessins pl. 11 à 14, qui représentent la machine à marchandises dans tous ses détails, et le mécanisme principal de celle à voyageurs.

DESCRIPTION DE LA MACHINE LOCOMOTIVE A MARCHANDISES A QUATRE CYLINDRES ET A SIX ESSIEUX,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 14, PL. 11 A 14.

ENSEMBLE DE LA DISPOSITION.

Légende des figures. — La fig. 1re, pl. 11, représente cette remarquable machine en élévation extérieure, et à l'échelle de 1/30 qui est la même pour toutes les figures d'ensemble suivantes;

La fig. 2, pl. 12, est une section transversale sur 1 — 2, fig. 1, qui détache de l'ensemble le coffre d'arrière et la paire de cylindres correspondante en laissant en vue extérieure la face du foyer.

La fig. 3 est une section semblable faite suivant la ligne 3 — 4, passant par l'axe du premier essieu du groupe d'avant, et qui montre principalement le corps de la chaudière et le réservoir d'eau en coupe;

La fig. 4 est une troisième section transversale, regardée de l'avant à l'arrière, et mi-partie suivant un plan 5 — 6 passant sur le cylindre, et mi-partie par le plan brisé 7 — 8 — 9 — 10 de l'axe de l'extrême essieu arrière;

Les fig. 5 et 6 sont des sections, à une plus grande échelle, de la boîte des régulateurs;

La fig. 7, pl. 13, est une projection horizontale extérieure de la machine, mais avec un côté dégarni de toutes les pièces qui masquent le mécanisme;

La fig. 8, pl. 14, est une coupe longitudinale, montrant particulièrement le générateur et son assemblage avec le châssis.

La fig. 9 est une section transversale, faite suivant la ligne 11 — 12 passant dans le foyer et sur l'axe de l'un des essieux;

La fig. 10 est une seconde section transversale, faite sur l'axe 13 — 14, de l'une des communications du corps de chaudière au sécheur;

La fig. 11, même planche, représente une section horizontale faite sur l'axe des essieux; elle a principalement pour objet de montrer l'application, à cette machine, du mécanisme articulé du système de M. Beugniot;

Enfin, la fig. 12, pl. 13, représente en élévation extérieure le mécanisme de la machine à grande vitesse ou à voyageurs, par lequel cette machine est surtout caractérisée, comparativement à celle à marchandises avec laquelle elle a, quant au reste, la plus grande analogie.

Disposition générale du mécanisme. — Avant d'entreprendre de décrire cette importante machine dans tous ses nombreux détails, et en signalant les particularités intéressantes qu'elle offre à chaque instant,

notre intention est de donner de sa composition un aperçu général, très-succinct, qui serve en quelque sorte de complément à la notice qu'on vient de lire, en rappelant seulement les principes fondamentaux de sa composition.

Conformément à ce principe de construction que nous retrouvons dans un grand nombre de locomotives, le mécanisme principal qui comprend les roues, leurs essieux, les cylindres moteurs et tous les organes de commande, a pour base un châssis formé de deux longerons en forte tôle A, réunis aux deux extrémités par deux traverses en charpente A′, auxquelles sont fixés les tampons de choc; ce châssis est rigidement relié aussi au générateur, tandis que sa relation avec les essieux est opérée à l'aide de ressorts.

Si nous partons de cette base absolument commune à toutes les machines locomotives actuelles, il est aisé de marquer le point précis d'où celle qui nous occupe diffère des autres.

Ordinairement, le mécanisme est composé de deux cylindres à vapeur transmettant le mouvement, pour les machines à marchandises, à trois ou quatre essieux qui sont connexés et tous moteurs; dans la machine de M. Petiet, il existe réellement *deux* mécanismes complétement semblables, nous dirons pour l'instant isolés, comprenant donc deux paires de cylindres B et B′, qui communiquent séparément le mouvement à deux groupes de trois essieux connexés; dans chaque groupe, c'est l'essieu du milieu qui est attaqué par la bielle motrice, et qui porte par conséquent le bouton principal communiquant ensuite avec les deux autres essieux, au moyen de la bielle de connexion.

En dehors de certaines particularités que nous signalons plus loin dans la description détaillée, la composition de chaque mécanisme et la disposition même de toutes ses pièces sont tout à fait identiques à ce que l'on a pu remarquer dans la machine-tender, dite *forte rampe*, qui est décrite dans le XIIIe volume de ce Recueil, auquel nous renvoyons afin d'éviter une répétition inutile.

Faisons remarquer, dès à présent, que cette disposition réalise le but proposé et dont les motifs sont amplement développés dans la notice dont on a lu ci-dessus un extrait, savoir :

Une grande étendue générale de la base permettant d'y adapter un générateur puissant, mais en divisant l'action motrice sur deux groupes d'essieux qui restent indépendants, et peuvent passer dans des courbes qu'ils ne pourraient franchir si, avec leur grand entre-axe extrême, ils étaient tous solidaires et soumis simultanément au parallélisme.

Disposition générale du générateur. — Ainsi que les fig. 8 à 10, pl. 14, le montrent plus particulièrement, cette immense chaudière est composée, comme d'ordinaire, d'un corps tubulaire C et d'une boîte à feu D avec son foyer en cuivre rouge, auquel viennent aboutir les tubes; mais il diffère entièrement des dispositions habituelles par un réservoir supé-

rieur E en rapport, par deux tubulures de communication E′, avec la chambre de vapeur, et garni d'un certain nombre de tubes *c* que les produits de la combustion traversent et enveloppent lui-même extérieurement en sortant du corps principal, avant de s'échapper par la cheminée F qui termine ce long circuit des gaz chauds. Ce corps additionnel fait fonction de sécheur pour la vapeur qui le remplit en entourant les tubes, et sur lequel elle est directement prise pour la conduire aux cylindres; c'est là une innovation heureuse et qui promet de sérieux résultats, en considération de la difficulté d'éviter les entraînements d'eau, souvent considérables dans les machines locomotives.

Nous disons plus loin comment on a été amené à donner à la cheminée le développement horizontal actuel, faute de pouvoir l'obtenir verticalement, car tel que se trouve placé son orifice terminal, qui ne peut pas être plus élevé que ne le permettent les ouvrages d'art des lignes à parcourir, il ne l'est pas moins que dans les machines ordinaires.

On voit quelle dimension transversale on a pu donner au foyer en l'élevant au-dessus des roues, dont le diamètre a été limité à cet effet. Le ciel de ce foyer, ainsi que le coffre extérieur, présente une inclinaison qui a pour objet de le maintenir régulièrement immergé et couvert d'une lame d'eau d'égale épaisseur à la descente des rampes qui auraient une aussi forte inclinaison : il est clair qu'en montant, cette pente se trouve en sens contraire, mais comme le niveau général de l'eau s'élève alors vers l'arrière, l'immersion du ciel du foyer ne peut qu'en être augmentée.

Caisse d'approvisionnement d'eau et de combustible.—Nous avons dit que cette machine porte avec elle les approvisionnements dont le poids est utilisé pour l'adhérence et l'effort de traction. Ainsi que dans la première machine de forte rampe décrite dans le XIIIe volume, l'eau d'alimentation est contenue dans une grande caisse en tôle G, qui repose sur le châssis et entoure la demi-circonférence inférieure du corps cylindrique de la chaudière, comme le montre particulièrement la section transversale fig. 3 et 4, pl. 12; cette caisse principale est en rapport avec deux compartiments H, disposés sur l'arrière de la plate-forme du mécanicien et par lesquels s'effectue la charge d'eau. L'intervalle de ces deux coffres est occupé par l'approvisionnement de combustible.

L'alimentation est opérée à l'aide de deux injecteurs Giffard I, montés sur la face du foyer et dans des conditions qui sont expliquées plus loin.

Relation du mécanisme et du générateur. — Dans une semblable machine où le mécanisme moteur est double, son rapport avec le générateur est nécessairement effectué à l'aide d'organes de dispositions particulières et spécialement appropriées à ces nouvelles fonctions.

La vapeur est distribuée aux quatre cylindres au moyen d'une boîte unique J, montée sur le sécheur et renfermant néanmoins deux jeux complets de tiroirs *régulateurs* qui peuvent être manœuvrés séparément

à l'aide d'une transmission ordinaire, mais double, mise à la portée du mécanicien. De cette boîte, et en relation respective avec chacun des deux régulateurs, partent deux tuyaux K et K′, qui se dirigent, en contournant le corps de la chaudière extérieurement, l'un vers l'avant et l'autre vers l'arrière; ils aboutissent là à une tubulure fondue avec la boîte de distribution de l'un des deux cylindres, laquelle tubulure présente une première ouverture horizontale pour s'aboucher avec ce tuyau et une deuxième ouverture ménagée dans une paroi verticale, et à laquelle vient s'ajuster un conduit transversal K^3 (fig. 7) qui communique, par une disposition semblable, avec l'autre cylindre situé sur le flanc opposé de la machine.

Cette disposition permet donc de donner la vapeur sur les deux paires de cylindres, simultanément ou séparément, mais toujours sur les cylindres d'une même paire à la fois.

Par une combinaison concourant au même but, les tubulures d'échappement de chaque paire de cylindres sont réunies par des conduits bifurqués L et L′ (fig. 2 et 4, pl. 12, et fig. 11, pl. 14), parcourant en sens inverse la moitié de la longueur du châssis, au-dessus des essieux, et se réunissant entre les deux groupes à un tuyau collecteur L^2, qui s'élève aussi contre l'extérieur de la chaudière et vient pénétrer, par le côté, dans la cheminée, à la sortie des tubes du sécheur.

Par conséquent l'échappement peut fonctionner d'une façon complète et isolément pour chaque groupe, comme la distribution.

Pour compléter cet aperçu des fonctions générales du mécanisme, il ne nous reste à dire que quelques mots du *relevage* ou mouvement du changement de marche.

Cette manœuvre, qui s'exécute simultanément pour les deux groupes, qu'ils soient ou non tous les deux sous vapeur, ne diffère réellement pas des conditions ordinaires, car il a suffi de réunir les deux équerres M et M′, appartenant aux mécanismes des coulisses, par une longue barre M^2 (fig. 1 et 7), avec laquelle le levier M^3, dit *de changement de marche*, se trouve articulé. Un mouvement de ce levier fait donc en même temps relever l'une des deux coulisses et abaisser l'autre, ce qui ne nécessite qu'une combinaison convenable des excentriques, par rapport aux deux sens de la marche; par cette disposition, il n'existe point de contre-poids spécial, puisque les deux mécanismes se font eux-mêmes équilibre.

Ce qui précède permettant de juger des combinaisons générales sur lesquelles sont basées les fonctions de la marche, nous allons maintenant revenir sur les mêmes parties pour les examiner en détail.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION.

Générateur. — Le corps principal du générateur est formé d'un cylindre en tôle, dont le diamètre intérieur est de 1m45 sur 3m50 de longueur, qui est celle des 464 tubes *a* qui le traversent; ces tubes, en laiton, sont retenus avec des viroles dans la paroi de la boîte à feu et sans viroles dans le fond en tôle *b*, qui termine la chaudière du côté de la boîte à fumée. Cette dernière est constituée par un coffre O, en tôle de fer plus mince, et qui se prolonge au-dessus du corps principal de façon à envelopper le sécheur E, et à laisser autour de lui un carneau entre lequel et les tubes *c* du sécheur les produits de la combustion se partagent pour arriver à la cheminée qui vient s'adapter, ainsi que les figures l'indiquent, à l'extrémité de cette enveloppe présentant comme un pavillon évasé O′ (fig. 1).

La boîte à fumée est close, à l'avant, par deux portes *d* et *e*, disposées respectivement vis-à-vis des tubes de la chaudière et du sécheur.

Le coffre D du foyer offre de particulier, dans sa construction, sa paroi supérieure plate et inclinée pour les motifs qui ont été donnés ci-dessus; aussi cette paroi est-elle reliée avec le ciel du foyer, qui possède la même inclinaison, par une véritable forêt de boulons-entretoises *f* (fig. 8 et 9), taraudés dans l'épaisseur même des deux parois et boulonnés suivant la méthode habituelle.

Indépendamment de cela, le foyer, ou le coffre en cuivre rouge qui le constitue, est réuni avec la boîte extérieure par un très-grand nombre de petits boulons analogues et par un cadre en fer *g* placé, comme à l'ordinaire, à la partie inférieure; seulement ce cadre forme immédiatement le seuil de la porte de charge *h* (fig. 2 et 8), dont la position répond au système de la grille, qui est celui de M. Belpaire et que le dessin n'indique pas (1). On voit seulement sur les vues d'ensemble, fig. 1 et 7, la tringle de communication h′ et le contre-poids h^2 du mouvement de bascule de la grille, et, fig. 2, les ouvertures d'air h^3 réservées dans la porte du foyer.

Les grandes dimensions de ce foyer constituent évidemment l'un des points les plus importants qui caractérisent cette nouvelle locomotive. Par sa situation au-dessus des roues, il a pu acquérir un développement transversal tout à fait inusité, et, sans lui donner une plus grande profon-

(1) Ce système de grille, que nous avons décrit dans le numéro d'octobre 1862, t. XXIV du *Génie industriel*, est imaginé en vue de brûler des houilles menues. Le combustible doit être employé en couche très-mince, et les barreaux se trouvant très-serrés, le dégraissage de la grille se fait par le dessus, ce qui explique pourquoi le seuil de la porte est à la même hauteur qu'elle. Cette grille est composée de plusieurs séries de barreaux, dont la dernière, celle opposée à l'entrée du foyer, est montée à bascule de façon à la renverser lorsqu'on veut expulser le machefer.

deur, laquelle ne pourrait être augmentée qu'aux dépens de la longueur du corps cylindrique et des tubes, il a été possible de donner à la grille l'importante surface de $3^{m.q.}33$, qui répond à $1^{m}80$ de largeur sur $1^{m}85$ de longueur. Si nous notons, en passant, que cette puissance de grille se combine avec une surface de chauffe totale de 221 mètres carrés, on pourra déjà se faire une idée assez précise du grand pouvoir vaporisatoire de ce générateur.

Dans cette surface se trouve comprise celle du sécheur E dont nous allons parler maintenant.

On a vu que cet organe nouveau, quant à l'application aux locomotives, est formé d'un cylindre en tôle garni de 19 tubes *en fer c*, débouchant librement dans la boîte à fumée et dans le pavillon de la cheminée; il n'est donc, à l'égard des produits de la combustion, qu'une partie de leur circulation totale, mais cette partie de leur parcours est utilisée pour sécher la vapeur déjà formée, compléter l'évaporation et diminuer, comme nous le disions, les entraînements d'eau souvent si intenses dans les machines locomotives.

Le corps cylindrique E du sécheur est, en effet, relié au corps principal C de la chaudière, par deux tubulures E′ qui débouchent nécessairement au-dessus de la surface libre du liquide, dans la capacité où se trouve confinée la vapeur formée; cette vapeur remplit donc le sécheur, qui devient le réservoir sur lequel se fait la prise, et qui, dans les dispositions ordinaires, est constitué par un corps cylindrique vertical, non surchauffé, mais que l'on élève autant que possible toujours en vue d'atténuer les entraînements d'eau. Ici, indépendamment de la circulation du calorique qui doit vaporiser les molécules d'eau mélangées à la vapeur, on a encore eu la précaution de masquer les tubulures E′ par des espèces d'*écrans* E^2, afin d'arrêter en partie ce que nous pourrions appeler l'*entraînement par projection* ou par les effets de l'*ébullition*.

Pour compléter ce qui concerne le générateur, il nous reste à dire quelques mots de la cheminée et de ses accessoires.

Des recherches, que nous résumons plus loin, ont démontré la nécessité de donner à cette cheminée une étendue de six à huit fois son diamètre, entre le point où jaillit la vapeur d'échappement et son débouché dans l'atmosphère. Ce point est à peu près celui même où la cheminée se raccorde avec le pavillon O′, dans lequel se trouve installée une buse conique L^3 (voir fig. 2), qui forme un tuyau contourné et se raccorde avec celui L^2 réunissant l'échappement des quatre cylindres et s'élèvant à l'extérieur de la chaudière.

En dehors de son assemblage avec le pavillon O′, la cheminée est supportée par une arcade F′ (fig. 1 et 4) fixée sur les coffres H; elle est armée de deux abris F^2 pour garantir les mécaniciens des *crachements* accidentels.

Mécanisme des régulateurs. — La disposition des tiroirs d'admission

ou *régulateurs* (suivant la désignation consacrée), et l'installation de la boîte qui les renferme seront parfaitement comprises à l'aide des figures de détails 5 et 6, pl. 12, qui sont deux coupes transversale et longitudinale de cet important organe de la machine.

Comme le mécanisme moteur lui-même, l'appareil d'admission est double, et consiste principalement en deux tiroirs en bronze *j* et *j'*, renfermés dans la même boîte J, mais respectivement en rapport avec les conduits qui établissent la communication avec les deux paires de cylindres. Ces deux tiroirs sont ajustés sur une table dressée et également percée d'orifices, qui forme la paroi supérieure de deux compartiments ménagés à l'intérieur de la boîte J, lesquels compartiments débouchent extérieurement et présentent deux tubulures qui se raccordent avec lesdits conduits K et K'.

Cette boîte est rectangulaire, ouverte de part en part, mais fermée en dessus par une plaque en fer; elle est boulonnée avec un siége en fonte J' rivé sur le sécheur, qui présente en ce point une ouverture J^2 à laquelle on n'a réservé que la dimension suffisante pour le débit de la vapeur, laquelle remplit donc la boîte J, mais ne peut s'introduire dans les conduits K et K' que lorsque les orifices des tiroirs sont amenés vis-à-vis de ceux pratiqués dans le siége sur lequel ils glissent.

Le mécanisme de commande de ces tiroirs ne présente rien de nouveau à signaler. Ils sont montés chacun dans un châssis en fer dont la tige, sortant de la boîte J par une garniture, vient s'articuler avec une petite manivelle *k*, clavetée sur un bout d'axe monté sur deux supports fondus avec la boîte J; cet axe porte à l'une de ses extrémités un bras de levier *k'* relié avec une tringle horizontale k^2, dont l'extrémité opposée se rattache enfin à la manette k^3 mise à la portée du mécanicien.

Tout ce mécanisme est donc double et chaque tiroir peut être manœuvré isolément.

Caisse d'approvisionnement et alimentation. — Nous avons déjà fait remarquer que l'approvisionnement d'eau est emmagasiné dans deux caisses en tôle, dont l'une G, du plus grand volume, occupe tout l'espace réservé entre le corps de la chaudière et le châssis des essieux, tandis que l'autre occupe l'arrière, et se compose des deux coffres latéraux H, qui se trouvent en communication directe par le compartiment H' réservé sous la plate-forme.

Mais ces deux parties sont également en communication permanente (ce qui doit être, puisque la charge se fait exclusivement sur les deux coffres de l'arrière), au moyen d'un gros tuyau H^2 disposé sur le côté et sous le tablier de service; il est vu dans les coupes transversales (fig. 2 et 4, pl. 12), et représenté en lignes ponctuées dans le plan d'ensemble (fig. 7, pl. 13).

La réunion des soutes à eau à la machine est d'une extrême impor-

tance, comme nous avons eu plus d'une fois l'occasion de le faire remarquer, puisque c'est un poids *mort* lorsqu'il est placé sur un véhicule séparé, et qui devient, au contraire, *moteur* dans les conditions actuelles ; on appréciera son importance lorsqu'on saura que la caisse G peut contenir 6,000 kilogrammes d'eau, et celle H 2,000, plus 2,500 kilogrammes de combustible, soit un poids de plus de 10 tonnes utilisable pour l'adhérence.

Ce poids est variable, il est vrai, et diminue au fur et à mesure que l'approvisionnement s'épuise ; mais on sait qu'une machine à marchandises ne fait jamais de longs parcours sans stations où elle puisse renouveler son approvisionnement, et d'ailleurs son maximum d'adhérence ne devant pas lui être nécessaire pendant toute la durée d'un voyage, on doit seulement s'arranger de façon à ce que sa charge soit complète au moment de franchir les parties difficiles du parcours.

L'eau est prise aux soutes et envoyée dans la chaudière au moyen des deux injecteurs I, montés verticalement sur le devant du foyer, et dont les dimensions sont telles, qu'ils puissent suffire chacun à l'alimentation. Ce n'est point ici le moment d'entrer dans le détail du fonctionnement de cet ingénieux appareil, pour lequel nous renvoyons au 1er volume de notre *Traité des moteurs à vapeur* où il se trouve décrit aussi complétement que possible. Nous signalerons seulement les détails de son agencement sur la machine actuelle.

On sait que l'injecteur doit se trouver en rapport avec le réservoir où il puise et avec le générateur qu'il alimente au moyen de trois tuyaux principaux, l'un qui communique avec la vapeur, l'autre avec le réservoir d'eau froide, et le troisième avec l'eau même que renferme le générateur.

Cette triple communication se voit principalement sur la vue extérieure du bout (fig. 2), et sur la vue de côté (fig. 1). l est le conduit de prise de vapeur, qui s'élève sur le devant du foyer et vient aboutir à une boîte à tubulures l' montée sur le dessus du foyer ; l'une des deux boîtes semblables porte aussi le sifflet ; l^2 est celui qui communique avec la caisse à eau qu'il atteint vers le milieu de la longueur de la machine, après avoir contourné, en dessus, le coffre du foyer ; enfin, le tuyau alimentaire l^3 part de l'extrémité inférieure de l'injecteur, suit le dessous du tablier latéral et s'élève ensuite pour aboutir à une boîte l^4, appliquée à l'extérieur du corps de la chaudière et qui renferme un clapet de retenue.

Mécanisme moteur, chassis, essieux et roues. — Nous avons rappelé plus haut que le mécanisme moteur qui, dans chacun des deux groupes, transmet l'action des pistons à vapeur aux essieux, est tout à fait comparable au mécanisme de la machine forte-rampe du même ingénieur, que nous avons précédemment publiée, et il nous suffit d'y renvoyer, sans faire une inutile répétition. Comme nous nous sommes attaché ici

à montrer les particularités qui concernent la distribution de la vapeur aux quatre cylindres et la connexion du changement de marche dans les deux mécanismes, nous pensons donc que cela est bien suffisant pour l'intelligence complète du fonctionnement de la machine actuelle.

Mais nous devons dire quelques mots de la construction du châssis et de l'établissement des essieux.

Le châssis est formé des deux longerons A, débités dans de la tôle sans soudure, et des deux traverses en bois A′, auxquelles ils se rattachent au moyen d'équerres en fer boulonnées. Ces longerons sont contre-coudés aux extrémités, de façon à limiter le porte-à-faux des cylindres et rester d'ailleurs intérieurs aux boîtes à graisse et à la suspension. Entretoisés par les caisses à eau qui s'y rattachent directement et par des armatures spéciales, ils sont d'une parfaite solidité, suffisante pour qu'il n'ait été nécessaire d'y fixer la chaudière que par quatre pattes réservées à la boîte à feu et deux autres à l'extrémitée opposée (voir fig. 8 et 9, pl. 14).

Les roues sont en fer forgé d'une seule pièce, avec les contre-poids destinés à combattre les perturbations dues aux faux pesants du mécanisme. Avant l'application du système Beugniot, dont nous parlerons tout à l'heure, on facilitait le passage des courbes en réservant aux essieux extrêmes un jeu transversal de 3 centimètres, qui leur permettait de sortir d'autant du plan commun pour se conformer à la courbure de la voie ; pour cela, on remarque que les bielles d'accouplement sont formées chacune de deux parties réunies par une articulation dont l'axe est vertical, et qui permet à ces bielles de céder sans flexion au déplacement des essieux.

La suspension est opérée à l'aide d'une excellente méthode usitée depuis quelques années, et qui peut être considérée comme une amélioration importante apportée à la construction des machines locomotives. Les boulons *m* des ressorts, au lieu d'être rattachés indépendamment les uns des autres après le longeron, sont au contraire reliés deux à deux, et entre deux essieux voisins, par un *balancier m′* qui, lui, est centré sur un axe monté sur le longeron ; ainsi, en jetant les yeux sur la fig. 1, on voit que les six ressorts d'un même côté se trouvent de cette manière pour ainsi dire tous en relation.

En mariant de cette façon les flexions de deux ressorts voisins par ces balanciers appelés *compensateurs*, on arrive à une plus égale répartition de la charge, surtout en vue des variations qui résultent de la consommation incessante de l'approvisionnement dont le poids, dans toute machine-tender, est utilisé pour l'adhérence ; on est ainsi moins exposé à ce que l'un des essieux se trouve momentanément déchargé ou surchargé indépendamment des autres.

Application du mode d'articulation système Beugniot. — Nous avons décrit, dans le IIe volume de notre *Traité des moteurs à vapeur*, une machine locomotive dite de montagne, qui est munie d'un système d'articu-

lations destiné à favoriser le déplacement transversal des essieux dans le passage des courbes très-accentuées, soit jusqu'à moins de 100 mètres de rayon. L'ensemble de cette machine et de son système articulé est de M. Beugniot, ingénieur distingué, de la maison A. Koechlin et Ce.

Ce système consiste, comme nous l'avons expliqué et comme on le verra plus loin, à relier les essieux deux par deux au moyen de balanciers qui marient le déplacement transversal de ces essieux, auquel on a donné en conséquence une quantité de jeu dans cette direction, jeu qui ne pourrait leur être réservé sans danger s'ils étaient libres comme dans les dispositions habituelles. La machine peut alors passer dans des courbes auxquelles ce jeu répond ; la première paire de roues engagée fait aussitôt dériver sa conjointe en l'aidant à prendre la position exigée par la courbe, et lorsqu'on revient en voie droite ou moins infléchie, la liaison des essieux par les balanciers les maintient en empêchant que la machine n'éprouve des oscillations qu'elle ne pourrait supporter.

Dans les machines dont nous nous occupons, on a vu que 3 centimètres de jeu ont été réservés aux essieux extrêmes; dans cette condition, une machine a pu passer sans obstacle apparent dans des courbes de 125 mètres de rayon, ce qui était déjà un résultat important. Mais on a eu l'idée d'en faire l'application au service des usines de Chauny et Saint-Gobain, sur une ligne qui offre des courbes de plus petit rayon, soit par exemple de 80 mètres ; on munit alors l'une de ces machines du système d'articulation Beugniot, et l'on en obtint les résultats qui seront mentionnés plus loin.

Le mécanisme composant ce système articulé et appliqué aux nouvelles machines du Nord, est particulièrement représenté sur les fig. 8, 9 et 11 de la pl. 14.

La fig. 11 étant un plan spécial du châssis et des essieux montés, on y remarque deux balanciers en fer forgé P et P′, disposés au-dessous des essieux, ayant leur centre fixe d'oscillation placé sur celui même des deux essieux moteurs Q et Q′, et dont la longueur correspond à l'entre-axe des deux autres essieux Q^2 de chaque groupe, le mécanisme étant d'ailleurs le même pour chacun d'eux.

Le point d'appui et d'oscillation de chaque balancier, dont le centre est armé d'une crapaudine hémisphérique (voir fig. 8), est constitué par un pivot *n* de même forme, faisant corps avec une traverse en fer *n′*, qui est elle-même rattachée à des arcs n^2, solidement boulonnés sur les faces intérieures des longerons A. Les deux extrémités du balancier sont ensuite mises en rapport avec les deux essieux Q^2, à l'aide d'une disposition qui lie leur mouvement transversal à l'oscillation du balancier, tout en laissant la liberté au mouvement de rotation. Cette disposition consiste simplement à armer les deux extrémités du balancier de fourches à tourillons *o*, qui embrassent l'essieu entre deux manchons en bronze *o′*, lesquels n'ont d'autre objet que de former embases, disposi-

tions que l'on pourrait éviter dans une machine construite avec cette application en vue, en réservant simplement des collets aux essieux.

Si l'on note ensuite qu'il n'a été conservé de joues intérieures qu'aux deux essieux moteurs, tandis qu'elles ont été supprimées pour les autres, il va être facile de comprendre comment les choses se passent au moment où la machine entre dans une courbe.

Le premier essieu qui aborde la courbe est évidemment l'un des deux extrêmes, suivant le sens dans lequel la machine se meut; en vertu du jeu qu'il possède, cet essieu se déplace transversalement du côté de l'intérieur de la courbe; mais dans ce mouvement, il fait osciller le balancier puisqu'il est relié avec lui, et par le même motif ce balancier tend à faire exécuter un déplacement en sens contraire à l'essieu opposé qui, alors, se trouve repoussé vers l'extérieur de la courbe. Bientôt le premier essieu du deuxième groupe se trouvant engagé de même, l'ensemble de ce groupe exécute le même déplacement que le premier et, finalement, les six essieux en plein passage en courbe, ont, par rapport à l'axe normal de la machine, la disposition suivante :

Les deux essieux extrêmes sont reportés vers l'intérieur de la courbe ;

Les deux essieux du centre sont reportés en sens contraire de la même quantité ;

Les deux essieux moteurs n'ont point été déplacés par rapport à l'axe de la machine, lequel axe se dispose lui-même, conformément à la position occupée à chaque instant par ces deux essieux.

Il est bien entendu que, pour satisfaire à cette variation des essieux, les boutons des bielles d'accouplement ont été faits sphériques.

Dans une telle situation, la machine conserve toujours un empatement fixe par les deux essieux moteurs qui sont considérés comme ne se déplaçant pas dans leurs boîtes, et dont l'entre-axe est de 3m72.

Cette base rigide serait néanmoins trop grande pour le passage des courbes de 80 mètres de rayon, et, pour en atténuer les inconvénients, on a dû amincir les boudins des deux paires de roues motrices jusqu'à réserver un jeu qui est d'environ 23 millimètres en voie droite.

Par les résultats d'expériences faites sur cette machine, et que nous citons plus loin, on verra ce qui concerne particulièrement ce système d'articulation. Nous allons auparavant résumer les conditions d'établissement de la machine elle-même, afin d'en faciliter la comparaison avec les effets obtenus pratiquement.

DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE DE LA LOCOMOTIVE A SIX ESSIEUX.

La machine locomotive dont la construction vient d'être décrite est établie dans les conditions suivantes (1) :

Longueur de la grille	1m 850
Largeur —	1m 800
Surface —	3m.q. 33
Diamètre intérieur de la chaudière	1m 45
Longueur des tubes	3m 500
Diamètre extérieur	0m 040
Épaisseur	0m 0015
Nombre	464
Section de passage de la fumée dans les tubes	0m.q. 4988
Surface de chauffe par le foyer	10m.q.
— par les tubes	189m.q.
— par le sécheur	22m.q.
— totale	221m.q.
Tension de la vapeur	9 atm.
Diamètre des pistons moteurs	0m 440
Course id.	0m 440
Diamètre des roues	1m 065
Contenance de la soute à eau	8000 kilog.
Approvisionnement de combustible	2200 —
Poids de la machine vide	44500 —
Poids total, pleine, en ordre de marche	59700 —

Répartition du Poids sur les rails en ordre de marche	1er essieu d'avant	9200 kilog.
	2me —	9200 —
	3me —	9200 —
	4me —	10700 —
	5me —	10700 —
	6me —	10700 —

Ces données importantes vont nous permettre d'établir les calculs à l'aide desquels on peut estimer théoriquement le travail de la machine.

La puissance d'une machine locomotive est représentée par la pres-

(1) Quelques-unes de ces conditions diffèrent un peu de celles indiquées dans la Notice, p. 144. Cela vient de ce que cette notice a précédé l'exécution même dans laquelle des modifications ont été apportées aux données du projet.

sion de ses essieux moteurs sur la voie, et qui détermine son *adhérence* à laquelle doivent répondre la dimension de ses cylindres et sa puissance vaporisatoire, pour qu'elle soit capable d'utiliser en effort de traction sa quantité disponible d'adhérence.

On peut résumer ainsi ce que nous appellerons les conditions d'équilibre entre l'adhérence d'une locomotive et la puissance de son appareil moteur.

Les pistons doivent être capables d'un effort maximum suffisant pour faire tourner les roues sur elles-mêmes en surmontant leur frottement sur la voie, la machine supposée arrêtée par un amarrage invincible;

D'autre part, le générateur doit être d'une puissance vaporisatoire telle qu'il puisse suffire à une production de vapeur en rapport avec cet effort et avec la vitesse que la machine est appelée à acquérir;

Enfin, l'ensemble de ces conditions réunies a pour motif l'importance de la charge à entraîner, avec une vitesse déterminée, et l'état de la voie en palier ou en rampe plus ou moins inclinée.

L'expérience a démontré que, pour faire tourner sur elles-mêmes les roues d'un véhicule de chemin de fer, en surmontant le frottement sur les rails, et qui est dû à la charge que ces roues supportent, il faut exercer à leur circonférence un effort qui varie environ du 1/4 à une fraction beaucoup plus faible de la charge, suivant l'état des surfaces frottantes, et, dans l'espèce, suivant que les rails et la roue sont parfaitement secs ou complétement mouillés, ou seulement humides, couverts de givre ou de graisse, etc.

Comme il ne serait aucunement pratique de prendre pour base le meilleur état, mais qu'il ne serait pas plus raisonnable de ne jamais compter que sur le plus mauvais, on admet un terme moyen considéré comme condition la plus ordinaire, lequel est de 1/5 à 1/7 de la charge, d'où l'on conclut en disant :

Que l'adhérence utile d'une machine locomotive doit être comptée pour environ le 1/5 ou le 1/7 de la pression que ses roues motrices transmettent aux rails, c'est-à-dire celles dont le mouvement est relié à celui des pistons moteurs. Nous aurions dû dire, en vue des voies inclinées, la *composante de la charge perpendiculaire à la voie;* car, si la voie cesse d'être horizontale, la pression sur les rails ne peut plus être rigoureusement égale à la charge réelle : mais, même pour les plus fortes rampes, la diminution de pression qui en résulte est encore assez faible pour être négligée.

Si l'on se rend compte maintenant du parti qu'il est possible de tirer de cette *adhérence*, on reconnait qu'elle équivaut justement à l'effort maximum de traction que la machine est capable d'exercer, c'est-à-dire que si, au lieu de la supposer invariablement amarrée, comme nous l'admettions en commençant, on la rattache à une charge qui n'offre qu'une résistance à l'entraînement inférieure à l'adhérence, au lieu que

les roues tournent sur elles-mêmes, elles tourneront en roulant sur la voie, et la machine avancera *en entraînant la charge.*

Donc l'effort de traction maximum qu'une machine locomotive peut exercer *est égal* (ou mieux, un peu inférieur) *à son adhérence.*

La machine qui nous occupe pèse, comme on l'a vu ci-dessus, 59,700 kilogrammes, y compris son approvisionnement au complet. Comme toutes ses roues sont motrices, son adhérence est proportionnelle à ce poids total, et, si nous admettons, comme exemple, que l'adhérence utilisable en effort de traction soit le 1/7 du poids, nous en déduisons que cet effort peut s'élever à :

$$\frac{59700}{7} = 8528 \text{ kilogrammes.}$$

En se reportant aux divers articles de ce Recueil où nous nous sommes occupé des locomotives, et particulièrement à celui relatif à la machine dite *de fortes rampes,* on reconnaîtra combien est considérable cet effort de traction auquel nous devons maintenant comparer les cylindres.

Les quatre cylindres devant développer un effort capable d'en surmonter un semblable à la circonférence des roues, si nous désignons par :

R, le rayon des roues, en mètres;

r, le rayon des manivelles ou la demi-course des pistons;

d, le diamètre des cylindres, en centimètres;

p, la pression utile de la vapeur par centimètre carré des pistons, en kilogrammes;

T, l'effort de traction, en kilogrammes;

La formule qui établit l'équilibre entre l'effort de traction et le travail utile des quatre cylindres, est la suivante :

$$T = 4\left(\frac{\pi\, d^2\, p}{4}\right) \times \frac{2}{\pi} \times \frac{r}{R} = \frac{2\, d^2\, p\, r}{R.}$$

Tirant de cette relation la valeur de p et introduisant les quantités numériques correspondant au problème actuel, il vient :

$$p = \frac{8528^k \times 0^m5325}{2 \times (44)^2 \times 0^m22} = 5^k170.$$

Il suffit donc, en résumé, avec les dimensions des cylindres, que la vapeur exerce une action équivalente à un effort utile et moyen de 5^k170 par centimètre carré de la surface des pistons.

En réalité, la vapeur est admise à une pression beaucoup plus élevée, attendu qu'indépendamment des résistances passives du mécanisme, il faut ajouter à l'effort utile la contre-pression de l'atmosphère, augmen-

tée de la résistance due à l'échappement, compter sur une certaine perte de pression, et qu'il existe d'ailleurs une certaine détente dans les cylindres mêmes.

La chaudière est, en effet, timbrée à neuf atmosphères : mais il n'est que rarement nécessaire néanmoins d'élever la vapeur jusqu'à ce degré de pression.

Sans vouloir nous étendre plus longuement sur cet examen des conditions d'établissement de cette machine, nous rappellerons seulement que son générateur répond aux bases précédentes par une surface de chauffe totale de 221 mètres carrés; nous renvoyons à la notice ci-dessus de M. Petiet, dans laquelle ce savant ingénieur a présenté d'une façon si remarquable les déductions à faire du rapprochement des conditions de marche des locomotives des divers systèmes en usage.

Ajoutons cependant quelques mots sur les effets que l'on peut attendre d'une semblable puissance de traction.

On estime que la résistance opposée à la traction par un véhicule de chemin de fer est d'environ 4 à 5 kilogrammes par tonne de son poids et sur une voie de niveau et en alignement droit, car il est établi par expérience que la traction en courbe exige, à cause du frottement des boudins des bandages, un effort supplémentaire qui peut acquérir une valeur élevée, et d'autant plus, que la courbe est d'un plus faible rayon. Il faut admettre aussi que la vitesse d'entraînement ne dépasse pas celle ordinaire des lourds trains de marchandises.

Ce taux de résistance, s'appliquant à des véhicules simples ne comprenant dans leur mécanisme que deux essieux tournant dans leurs boîtes et le frottement de roulement des roues sur la voie, il est évidemment plus élevé pour les machines que l'on ne peut entraîner qu'en surmontant la résistance de tout leur mécanisme, qui se meut en même temps que les roues tournent. Pour cette même limite de vitesse, attribuable aux trains de marchandises, on n'évalue pas à moins de 15 kil. par tonne et sur niveau la résistance d'une machine locomotive.

Maintenant, s'il s'agit d'une voie en rampe, il faut ajouter à ces deux taux moyens de résistance à la traction 1 kil. par chaque millimètre de pente par mètre. Si, par exemple, la rampe est de 5 millim. par mètre, une tonne du train exigera un effort de traction d'environ 10 kil., et la machine 20 kil. par tonne; si elle est de 20 mill. ces deux efforts deviendront 25 et 35, etc.

Si donc nous supposons que la machine représentée remorque un train sur niveau, et que l'on veuille connaître approximativement quel en peut être le poids, il faudra d'abord déduire de l'effort total de traction, estimé d'après l'adhérence, la partie de cet effort absorbée par la machine pour se remorquer elle-même.

D'après ce qui précède, cette machine pesant, en nombre rond, 60,000 kil. ou 60 tonnes, et prenant aussi, en nombre rond, 8,000 kil.

pour l'effort total de traction, il restera, comme traction disponible, pour le train :

$$8000 - (60^t \times 15^k) = 7100 \text{ kilogrammes.}$$

Divisant cet effort par 5, il vient :

$$\frac{7100}{5} = 1420,$$

c'est-à-dire l'énorme charge de 1420 tonnes que cette machine pourrait remorquer *sur palier* ou sur un plan horizontal. Il est vrai de dire que l'on se garderait bien de la charger ainsi, attendu que les parties en palier se succèdent avec des rampes et les alignements droits avec les courbes, que l'état de la voie peut se modifier d'un endroit et d'un moment à l'autre, et enfin que cet effort de traction correspond à l'adhérence entière, y compris le poids de l'approvisionnement complet qui s'épuise dès le moment que la machine fonctionne.

Voyons, en effet, ce qui va se passer, par exemple, sur une rampe de 5 millimètres par mètre.

L'effort de traction disponible est d'abord réduit à :

$$8000 - (60 \times 20) = 6800 \text{ kilogrammes.}$$

Divisant alors cet effort par 10, il vient 680 tonnes pour le poids du train, c'est-à-dire moins que la moitié du poids à remorquer sur niveau.

Et si nous allons jusqu'à une rampe de 20 millimètre par mètre, on verra que la charge à traîner diminue dans une bien plus grande proportion.

Effort de traction disponible :

$$8000 - (60 + 35) = 5900 \text{ kilogrammes.}$$

Poids du train à remorquer :

$$\frac{5900}{25} = 236 \text{ tonnes.}$$

Cette diminution de la charge à remorquer, au fur et à mesure que l'inclinaison de la voie augmente, est, d'ailleurs, un fait naturel et qui s'explique de lui-même. Il est important de faire remarquer que, par la même raison, c'est aussi dans cette circonstance que le moteur, par sa grande pesanteur, absorbe pour lui-même une grande partie de la puissance de traction, puissance qui ne peut être obtenue que par une adhérence suffisante, laquelle ne peut elle-même résulter que d'un grand poids; mais il est alors rationnel de s'arranger de façon que ce poids soit au moins utilisé tout entier pour cette adhérence, et ne pas avoir à faire gravir la rampe à un poids *mort*, ce qui justifie

l'emploi, pour la traction sur rampe, de machines sans tender séparé.

C'était bien, du reste, ce que l'on s'était proposé avec les machines Engerth; on a pu voir, par la notice qui précède, les avantages que présente la machine à 4 cylindres qui ne conserve aucun poids mort et qui, avec un poids total inférieur, possède cependant une surface de chauffe plus étendue et un poids adhérent plus considérable.

Au reste, pour rendre très-sensible l'influence des rampes au moyen d'une comparaison qui fournit des termes immédiatement appréciables, il suffit de rechercher pour chaque rampe combien de fois le moteur peut entraîner son propre poids en charge utile.

Ainsi, dans le premier exemple cité, la machine pesant 60 tonnes et pouvant en remorquer 1420, on a pour ce rapport :

$$\frac{1420}{60} = 23,7.$$

Dans le second cas, pour la rampe de 5 millimètres, on aurait :

$$\frac{680}{60} = 11,3.$$

Et dans le troisième, pour la rampe de 20 millimètres, on trouve :

$$\frac{236}{60} = 3,9.$$

On voit combien le rapport décroît rapidement et qu'il vient un degré d'inclinaison où la machine ne pourrait plus que se remorquer elle-même. Ce serait environ à la pente de 118 à 120 mill. par mètre, pente d'ailleurs inusitée, mais bien avant laquelle la machine ne rendrait plus qu'un insignifiant service.

Il peut être intéressant de faire ici une comparaison, qui n'est pas dans les usages de l'industrie des chemins de fer, mais que nous pensons pouvoir nous permettre : c'est d'estimer la puissance de cette machine en *chevaux-vapeur*.

En admettant qu'elle soutienne un effort de traction de 8000 kilogrammes en remorquant un train à la vitesse de 25 kilomètres à l'heure, on trouve le résultat suivant :

Vitesse par 1″ du point d'application de l'effort :

$$\frac{25000^{m}}{3600''} = 6^{m}944.$$

Par suite, la puissance effective en chevaux-vapeur, de 75 kilogrammes, est :

$$\frac{8000^{k} \times 6^{m}944}{75} = 740.$$

Comparons maintenant, comme simple vérification, ce résultat au travail élémentaire de la vapeur sur les pistons en admettant une pression fixe et moyenne de 5 kilogr. par centimètre carré, déduction faite de la contre-pression.

A cette vitesse de $6^m 944$, le diamètre des roues étant de $1^m 065$, leur vitesse par minute est de :

$$\frac{6^m 944 \times 60}{1^m 065 \times 3,1416} = 124,5 \text{ révolutions.}$$

Les pistons donneront donc 249 pulsations simples par minute; leur course étant de $0^m 44$, leur vitesse moyenne égale :

$$\frac{0^m 44 \times 249}{60} = 1^m 826 \text{ par } 1''.$$

La pression totale qu'ils supportent chacun, évaluée d'après la donnée ci-dessus, égale :

$$\frac{3.1416 \times (44^c)^2}{4} \times 5^k = 7,602 \text{ kil.}$$

Enfin nous trouvons pour le travail des quatre cylindres :

$$\frac{4 \times 7,602^k \times 1^m 826}{75} = 740 \text{ chevaux.}$$

Nous allons maintenant faire connaître les résultats d'expériences dont les machines à 4 cylindres ont été l'objet, et dans lesquelles on trouvera des points de comparaison satisfaisants avec les hypothèses précédentes.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES SUR LES LOCOMOTIVES A SIX ESSIEUX ACCOUPLÉS.

Nous avons à rendre compte de deux séries d'expériences faites sur ces machines, et pour lesquelles on a choisi la ligne ferrée qui réunit Chauny à Saint-Gobain, en raison de la configuration même de cette voie, qui présente précisément des difficultés qu'il était intéressant de voir surmonter avec de telles machines.

La première série d'expériences est relative à la machine à essieux libres, et la seconde avec l'application du système d'articulation de M. Beugniot.

Nous empruntons les documents qui suivent aux comptes rendus rédigés par l'ingénieur en chef M. Petiet, à l'obligeance de qui nous en devons la communication.

Expérience du 2 octobre 1863. — M. Piarron de Mondésir, ingénieur des ponts et chaussées, directeur de la Compagnie des chemins de fer de la ligne d'Italie, par la vallée du Rhône et du Simplon, a présenté au gouvernement français une étude complète pour l'exécution d'un chemin de fer qui traverserait les Alpes au Simplon. Le tracé comporte des rampes de 40 millimètres par mètre et des courbes de 200 mètres de rayon. La traction doit y être opérée avec des locomotives à 4 cylindres et à 6 essieux accouplés semblables aux 10 locomotives de cette espèce qui sont en service sur le chemin de fer du Nord.

M. de Mondésir a demandé qu'une expérience fût faite sur une de ces locomotives en présence de la Commission des inspecteurs généraux, nommée par le ministre des travaux publics pour examiner sa proposition. — Le but principal de l'expérience devait être de voir comment ces locomotives se comportent dans des courbes d'un faible rayon.

Les ingénieurs de la Compagnie du Nord se sont adressés à M. Biver, directeur général des manufactures de la Compagnie des glaces de Saint-Gobain, afin que cette expérience fût faite sur le chemin de fer de Chauny à Saint-Gobain qui appartient à cette Compagnie.

Le chemin de fer de Chauny et de Saint-Gobain a une longueur de 14,500 mètres; il a d'abord des pentes et rampes ne dépassant pas 13 millimètres avec courbes de 275 mètres de rayon au minimum. Il se termine vers Saint-Gobain par une rampe de 3,810 mètres de longueur se décomposant ainsi :

Rampe de 0,018 sur 2,140 mètres.					3,810 mètres.
Rampe de 0,0113 — 300					
Rampe de 0,018 — 1,370					
3 courbes de 275 mètres de rayon, sur un développement total de 1,045 mètres.					2,505 mètres.
1 d°	300	id.	220		
2 d°	350	id.	730		
3 d°	400	id.	510		
9 droites.					1,305
Total égal.					3,810 mètres.

La gare de Saint-Gobain est formée d'une courbe et d'une contre-courbe de 125 mètres de rayon sur un développement de 200 mètres. La voie se prolonge dans la manufacture des glaces où elle décrit un demi-cercle complet dont le rayon est de 80 mètres avec rampe de 0,025 par mètre.

Le train était composé de 18 wagons, dont 15 chargés de 10,100 kilos de houille pour le commerce et 3 fourgons spéciaux à frein pour les conducteurs de trains de marchandises. Ces fourgons, dont le plancher est en fonte, pèsent vides 12,000 kilos. La tare de chaque wagon a été relevée, le poids total remorqué a été de 250,200 kilos, dont 151,500 kilos de charbon.

La locomotive, avec ses approvisionnements au complet, a démarré facilement et a parcouru les onze premiers kilomètres à une vitesse variant de 21 à 27 kilomètres à l'heure.

Du poteau kilométrique n° 11 au n° 14,3, l'heure de passage à chaque hectomètre a été constatée, afin d'apprécier la vitesse sur cette portion de chemin

qui est sur presque tout le parcours en rampe de 0,018. La vitesse a varié de 14 à 20 kilomètres à l'heure; la vitesse moyenne sur les 3,400 mètres a été de 17,300 mètres à l'heure. Il est bon de faire observer que cette vitesse a été en s'accélérant au fur et à mesure que l'on se rapprochait du sommet de la rampe; ce qui prouve que la locomotive remorquait aisément la charge de 250 tonnes. Elle circulait avec facilité dans les courbes, et elle a passé sans embarras dans les courbes de 125 mètres de la gare de Saint-Gobain.

La locomotive, après avoir été aiguillée, s'est mise en queue du train de dix-huit wagons qu'elle a démarré et descendu de quelques centaines de mètres sur la rampe de 0,018 par mètre; elle a refoulé ensuite son train, en le poussant sur la rampe, machine en queue, et l'a ramené en gare de Saint-Gobain sans difficulté. Cette seconde expérience a montré qu'elle était en état d'opérer la traction sur rampe de 0,018 d'un train pesant brut 250 tonnes, aussi bien en le poussant qu'en le tirant.

Chaque atmosphère sur les pistons représente sur les roues un effort de traction théorique de 1,652 kilogrammes. A la pression effective de 8 atmosphères, la traction maximum sur les roues serait donc de 13,200 kilogrammes. Mais la puissance de la vapeur ne se transmet pas intégralement, et il y a lieu de mettre un coefficient qui, dans la pratique, varie de 0,50 à 0,75. Ce coefficient doit tenir compte des pertes de tension résultant du passage de la vapeur jusqu'aux pistons, de la contre-pression dans le tuyau d'échappement pour produire le tirage énergique dans la cheminée, des pertes de force résultant du refroidissement de la vapeur et de la présence de l'eau qu'elle tient en suspension, des frottements du mécanisme, et de la force nécessaire pour faire mouvoir la distribution; il faut également signaler la détente de la vapeur qui, en donnant une économie, réduit cependant la puissance de traction. Enfin, la tension de la vapeur dans la chaudière ne peut pas toujours être maintenue au maximum; la locomotive doit être en état de remorquer son train avec une tension plus faible que celle à laquelle la vapeur s'échappe par les soupapes.

Sur une rampe de 0,018, l'influence de la gravité comporte déjà un effort de 18 kilogrammes par tonne remorquée, y compris le poids de la locomotive. Le frottement, qui, en ligne droite et avec un bon graissage, est de 4 kilogrammes environ par tonne, doit s'estimer ici, à cause des courbes, à 6 kilogrammes, soit en tout 24 kilogrammes par tonne.

L'effort de traction dans l'expérience qui nous occupe était donc :

Pour le train.	250 t. × 24 k. =	6,000 k.
Pour la locomotive.	60 t. × 24 k. =	1,440 k.
Total.		7,440 k.

c'est-à-dire 0,555 de l'effort maximum théorique que nous avons indiqué tout à l'heure être de 13,200 kilogrammes.

Cet effort de 7,440 kilogrammes est le 1/8 du poids du moteur (59,700 kilogrammes avec son approvisionnement complet); il est les 2/15 du poids de 56 tonnes de la locomotive ayant déjà marché.

Les conditions d'adhérence étant comprises entre 1/7 et 1/8 sont très-bonnes; aussi la locomotive n'a-t-elle pas patiné.

Il est évident, d'après ces calculs, que cette locomotive serait en état de re-

morquer une charge plus grande que celle qui lui a été donnée, mais il a paru convenable de rester dans une prudente limite.

L'expérience, au reste, n'avait pas pour but de constater le maximum de la puissance de la locomotive, mais de voir comment, avec une charge raisonnable, elle se comportait dans des courbes d'un petit rayon.

La locomotive à six essieux couplés n'a point circulé dans la courbe de 80 mètres de rayon. Le service dans cette courbe et dans les courbes analogues qui existent dans l'usine de Chauny appartenant à la même Compagnie, est fait par la Compagnie du Nord avec des locomotives de fortes rampes, montées sur quatre essieux couplés, dont l'écartement est de 3 mètres 80 pour les essieux extrêmes. Ce service se fait tous les jours sans inconvénient.

Il est très-probable que si on avait quelque intérêt à faire circuler les locomotives à six essieux couplés dans des courbes d'un aussi faible rayon, on y parviendrait en augmentant le jeu déjà existant aux deux essieux extrêmes et en donnant du jeu aux deux essieux du milieu.

Expérience du 21 janvier 1864. — Emploi du système Beugniot. — A la suite des expériences dont il vient d'être rendu compte, on voulut savoir si, moyennant certaines modifications *ad hoc*, cette machine ne pourrait pas circuler dans les courbes de 80 mètres de rayon qui existent dans les établissements de Saint-Gobain et de Chauny. MM. les administrateurs du chemin de fer du Nord ont décidé, sur la proposition de M. Petiet, que le système breveté de M. Beugniot serait appliqué à l'une de ces locomotives. Les modifications suivantes ont été faites dans les ateliers de MM. André Kœchlin et Cie, de Mulhouse : les boudins des bandages des deux essieux moteurs ont été réduits d'épaisseur; le jeu des quatre autres essieux a été porté de 30 à 46 mill.; ils ont été réunis deux à deux par un balancier horizontal qui oblige l'un des essieux à se déplacer à droite quand son conjoint se déplace à gauche, et réciproquement. (Voir ci-dessus la description détaillée de cette modification.)

Grâce à cette disposition, ajoute M. Petiet, les boudins des six paires de roues se déplacent de manière à suivre les rails dans les courbes.

La locomotive, ainsi modifiée, a fait, pendant huit jours, tout le service de la ligne de Chauny à Saint-Gobain, et elle a circulé dans la courbe de 80 mètres sans plus de difficultés que les locomotives de fortes rampes à 4 essieux couplés qui sont affectées à cette exploitation.

C'est là un résultat fort important, lorsqu'on voit qu'il s'agit d'une locomotive des plus puissantes fonctionnant normalement, et sans qu'il soit nécessaire de recourir à la complication résultant de l'articulation du châssis.

Voici maintenant les détails de l'expérience faite le 21 janvier 1864 sur une locomotive ainsi modifiée, et en présence d'un grand nombre d'ingénieurs et de savants :

Le train était composé de 21 véhicules, savoir :

3 fourgons à frein à plancher de fonte pesant ensemble.	36,000 k.
4 wagons à frein à contre-poids chargés chacun de 10 t. de houille.	59.260
10 wagons chargés chacun de 10 tonnes de houille.	139,930
4 voitures de voyageurs de 1re classe avec chaufferettes.	24,690
Environ 100 voyageurs..	7,120
21 véhicules pesant ensemble.	267,000 k.

Le poids total du train n'avait été, dans la première expérience, que de 250 tonnes.

Afin de bien constater la vitesse de marche du train sur la rampe de 0,018 par mètre, l'heure de passage du train à chaque hectomètre a été relevée par un observateur placé dans le dernier wagon, c'est-à-dire à 100 mètres environ en arrière de la locomotive.

Ces heures de passage et les vitesses qui en sont les conséquences, ont été indiquées dans un tableau détaillé. Un ralentissement considérable a eu lieu du poteau 11k9 au poteau 12k7; mais il ne peut être attribué au manque de pression, puisque la vapeur s'échappait par les soupapes, mais bien au manque d'adhérence, les roues de la locomotive ayant patiné violemment sur cette partie du parcours. Il est possible que les attelages des wagons à voyageurs aient été un peu trop serrés.

1,200 mètres	ont été parcourus en	218″	vitesse moyenne	20	kilom. à l'heure.
800	id.	347″	id.	8	id.
500	id.	91″	id.	20	id.
1,100	id.	231″	id.	17	id.
3,600 mètres	id.	887″	vitesse moyenne	14 k. 600 mèt.	

La vitesse moyenne de marche sur l'ensemble de la rampe a été un peu moindre que 15 kilomètres à l'heure, mais si l'on défalque la période dans laquelle la machine a manqué d'adhérence, on voit qu'elle a repris sa vitesse et a marché en moyenne entre 17 et 20 kilomètres à l'heure, ce qui est la vitesse normale à la remonte des fortes inclinaisons pour des trains de marchandises.

On se rappellera d'ailleurs que l'expérience n'avait pas pour but de constater l'adhérence de la locomotive, mais de voir seulement comment elle se comporte dans les courbes. L'adhérence de ces locomotives, comme celles de toutes les autres, dépend du poids sur les roues et de l'état plus ou moins humide de la surface des rails.

La locomotive 605, après avoir amené son train dans la gare de Saint-Gobain, a été se placer en queue d'un petit train de wagons de marchandises qu'elle a poussé dans l'usine de Saint-Gobain où la voie est en courbe de 80 mètres et en rampe de 0,025 par mètre. Elle a parcouru ainsi tout le demi-cercle que forme cette courbe. Arrivée à l'extrémité supérieure, on a serré les freins des wagons, et on a fait patiner sur place les 6 essieux de la locomotive. Elle a fait plusieurs manœuvres en avant et en arrière, sans qu'il en résultât aucun indice de fatigue exagérée.

Il n'a pas été possible de constater d'une manière suffisamment exacte la position de chaque boudin par rapport aux rails. Mais en marche le boudin de

la roue d'avant appuyait contre le rail extérieur et le boudin de la roue d'arrière se rapprochait beaucoup du rail intérieur de la courbe.

En tendant un fil entre les faces latérales extérieures des bandages du 1er et du 6e essieu, on a constaté que les essieux nos 2 et 5 étaient sortis de 0,019, et les deux essieux du milieu nos 3 et 4 de 0,040. Les boudins des roues formaient donc une courbe dont la flèche était de 0,040 sur une corde de 6 mètres de longueur. Or, pour cette même corde de 6 mètres, la flèche d'une courbe de 80 mètres de rayon est exactement de 0,056. Les essieux se plaçaient donc naturellement par l'influence du balancier, du système de M. Beugniot, dans une courbe dont le rayon était un peu plus grand que celui de la courbe des rails.

En terminant ce que nous avions à dire sur ces nouvelles machines à marchandises, ajoutons que, avec l'autorisation donnée par M. Pétiet, MM. Ernest Gouin et Cie ont construit sur ce système plusieurs locomotives pour le chemin du Nord espagnol, de Saragosse à Alsasna.

A cet effet, indépendamment de quelques variantes dans les formes générales, les constructeurs ont nécessairement dû faire certaines modifications commandées ou facilitées par la voie espagnole, qui est notablement plus large que toutes les autres voies de l'Europe, puisqu'elle porte 1m65 entre les deux rails.

MACHINE LOCOMOTIVE A VOYAGEURS A QUATRE CYLINDRES ET A CINQ ESSIEUX.

REPRÉSENTÉE FIG. 12, PLANCHE 13.

Au moment où nous écrivons, il ne nous est point encore parvenu autant de renseignements sur cette machine à voyageurs que sur la précédente, qui est, d'ailleurs, entrée tout à fait dans le domaine de l'application et dont plusieurs spécimens sont déjà en circulation sur les lignes du Nord.

Comme on a pu, d'ailleurs, en étudier précédemment les bases de la manière la plus complète et la plus intelligible, dans la Notice de M. Petiet (voir ci-dessus), nous nous bornons ici à quelques mots sur la disposition générale de son mécanisme et nous rappelons que son générateur et les caisses d'approvisionnement ont la plus grande analogie avec la machine qui vient d'être décrite.

Ainsi que le montre la fig. 12, le mécanisme moteur est double et composé de deux paires de cylindres A et A′, actionnant séparément deux essieux moteurs armés de leurs grandes roues B et B′, entre lesquelles sont trois essieux portants munis de petites roues C, de même diamètre que celles de la machine à marchandises.

Les deux appareils peuvent aussi recevoir la vapeur ensemble ou isolément, et seraient donc doués d'une indépendance absolue, si ce

n'était le mécanisme de *relevage,* qui doit toujours, comme dans la machine à marchandises, produire son effet pour les deux simultanément.

Comme l'a fait observer M. Petiet, l'entre-axe des roues motrices est moindre que celui de certaines machines dont l'essieu moteur est placé au milieu, et moyennant un jeu convenable réservé aux essieux portants, cette machine peut passer très-bien dans les courbes, en conservant fixes les essieux d'entrée et de sortie, ce qui doit contribuer à assurer sa stabilité.

Pour tout ce qui concerne les dimensions et conditions de marche et d'établissement de cette machine locomotive, nous renvoyons à la notice précitée, et notamment aux pages 139 à 141.

Nous croyons devoir aussi renvoyer de même à la machine forte-rampe que nous avons publiée dans le tome XIII de ce Recueil, et à la machine précédente pour les détails du mécanisme, qui leur est tout à fait comparable, si nous en exceptons la disposition des tiroirs qui, dans cette dernière machine, sont parallèles aux tiges de pistons, au lieu d'être inclinés, ce qui introduit une pièce de renvoi dans le mouvement de leur commande.

EXPÉRIENCES SUR LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINÉES DES LOCOMOTIVES.

MM. A. Nozo et O. Geoffroy ont entrepris, en 1860, et sous la direction de M. J. Petiet, une série d'expériences ayant pour objet de déterminer les conditions dans lesquelles il convient d'établir les cheminées des locomotives pour en obtenir le meilleur tirage possible.

Les résultats de ces expériences, extrêmement nombreuses et faites avec le plus grand soin, ont été publiés, avec toute l'étendue désirable, dans le *Bulletin de la Société des ingénieurs civils,* vol. VIII, année 1863.

Comme l'espace ne nous permet pas de reproduire ce volumineux travail, nous allons essayer d'en détacher les points les plus saillants ou résumatifs, et particulièrement ceux qui concernent particulièrement les machines du système que nous venons de décrire.

La première partie de ces expériences se rapporte à un appareil spécial, de moindres dimensions que celles d'une locomotive, et mieux approprié aussi aux variations qu'il était nécessaire de faire subir aux divers éléments soumis aux essais.

On se proposait d'examiner les points suivants, qui constituent les éléments du tirage résultant de l'échappement dans un générateur de ce système :

1° Résistance à travers la grille, dans les tubes et à l'entrée de la cheminée ;

2° Quantité de vapeur qui s'écoule par l'échappement ;

3° Pression génératrice de la vitesse de la vapeur qui s'échappe, autrement dit contre-pression dans les cylindres ;

4° Hauteur, ou mieux, longueur de la cheminée ;

5° Distance de l'échappement à l'orifice de la cheminée ;

6° Rapports entre les sections de passage de fumée d'échappement et de cheminée.

En partant de ces bases, et à la suite de nombreux essais, minutieusement discutés et analysés, les expérimentateurs ont été amenés aux conclusions suivantes :

1° Une cheminée quelconque essayée avec une section de passage, une section d'échappement et une pression de vapeur données, doit avoir, pour produire son maximum d'effet, une longueur égale à 6 ou 8 fois le diamètre, environ. Une plus grande longueur n'a plus qu'une faible influence.

2° L'embase conique, placée à la partie inférieure de la cheminée, paraît sans influence sensible sur le tirage.

3° Une cheminée, de longueur convenable, peut pénétrer dans l'intérieur de la boîte à fumée jusqu'au plan supérieur de l'arrivée d'air, en supposant que l'échappement descende en même temps que la cheminée, sans que le tirage en soit influencé. Mais, passé cette limite, si on descend la cheminée jusque dans le courant d'arrivée de fumée, le tirage diminue sensiblement.

4° Lorsque la cheminée a une longueur suffisante, c'est-à-dire de 6 à 8 fois son diamètre, la distance de l'échappement à l'entrée de la cheminée est sans influence sensible, lorsque cette distance ne dépasse pas une fois et demie environ le diamètre de la cheminée. Au delà de cette limite, le tirage diminue très-rapidement.

La pénétration de l'échappement dans la cheminée ne paraît pas avoir d'influence très-nuisible, tant que l'on conserve à la cheminée la longueur convenable mesurée depuis l'orifice d'échappement.

5° Pour une combinaison donnée de section de passage, de section d'échappement et de vitesse de sortie de la vapeur, il y a une section de cheminée qui fait produire à cette combinaison le maximum d'appel, la cheminée étant supposée avoir une longueur de 6 à 8 fois son diamètre.

6° Avec une même section de passage, ou un même obstacle, si la section de l'échappement ne varie que du simple au double, quelle que soit la vitesse de sortie de la vapeur, on peut dire que c'est toujours la même cheminée qui, pour chaque cas, fera produire le maximum d'appel.

7° Une cheminée ordinaire, de section donnée, et un échappement, de section aussi donnée, peuvent être remplacés, jusqu'à un certain point, par une cheminée multiple et un échappement multiple, de sections respectivement équivalentes; la cheminée ordinaire étant supposée avoir une longueur égale à 6 ou 8 fois le diamètre pour produire son maximum d'effet, et la cheminée multiple une longueur égale seulement à 6 ou 8 fois le diamètre des cheminées partielles. Pour une même pression de vapeur, les deux cheminées appelleront sensiblement des quantités d'air égales à travers un obstacle donné.

A la suite des précédentes, une deuxième série d'expériences a été entreprise sur des locomotives mêmes, afin de rechercher les degrés de

comparaison à établir entre ces essais précis, mais à l'aide d'un appareil de dimensions réduites, et ceux qu'il serait possible d'obtenir en grand, en faisant usage alors de procédés possibles dans cette circonstance.

En effet, vu la difficulté d'appliquer à une machine en marche et en service réel un anémomètre pour mesurer la quantité d'air appelé dans la cheminée, on a dû se restreindre à l'emploi d'un manomètre à eau indiquant dans la boîte à fumée la dépression de l'air, qui augmente avec le tirage, et permet nécessairement la comparaison des effets de plusieurs cheminées successivement appliquées à la même machine.

De même, au lieu de rechercher directement la mesure de la vitesse de la vapeur à l'échappement, on a simplement disposé en ce point un manomètre à mercure, dont les variations permettent d'établir une comparaison entre les effets observés.

Pour déduire de l'observation de ces deux manomètres les effets comparés de deux cheminées différentes, on en conclut à l'avance que celle des deux cheminées qui, pour les mêmes pressions dans le manomètre de l'échappement, donnera les plus fortes dépressions dans la boîte à fumée, sera celle qui produira le plus grand tirage.

Des nombreuses expériences faites avec cette méthode et sur diverses machines, nous citerons seulement celles relatives à l'emploi de cheminées horizontales sur les machines à 4 cylindres.

Ces expériences avaient pour but de déterminer la section et la longueur qu'il convenait de donner à une cheminée horizontale pour obtenir le maximum de tirage.

On a d'abord recherché l'influence de la section de la cheminée avec un échappement de 100 millimètres de diamètre; les cheminées d'expérimentation présentaient les diamètres suivants :

$$0^m 40 — 0^m 45 — 0^m 48 — 0^m 52 — 0^m 55.$$

Ces cheminées avaient chacune $3^m 50$ de longueur, c'est-à-dire au moins six fois le diamètre de la plus forte cheminée. On a fait varier la pression dans le tuyau d'échappement, en ouvrant graduellement le régulateur, et on a observé les dépressions dans les boîtes à fumée.

La première des deux tables suivantes donne les résultats obtenus avec les diverses cheminées.

De la discussion des nombres de cette table et à l'aide de tracés graphiques, les expérimentateurs ont déduit ce qui suit :

1° Que la cheminée n° 1 de $0^m 40$, donne des dépressions inférieures à celles des autres cheminées.

2° Que les cheminées n°s 3 et 4, de $0^m 45$ et $0^m 48$, semblent donner plus de tirage que les autres, sans qu'on puisse cependant se prononcer sur celle qui donne le maximum.

Les expériences ont été répétées avec un échappement de $0^m 125$ de diamètre,

EXPÉRIENCES SUR LES CHEMINÉES DE LOCOMOTIVES

(PREMIER TABLEAU.)

Nos D'ORDRE.	PRESSION dans l'échappement en mill. de mercure.	MOYENNES des dépressions en mill. d'eau dans la boîte à fumée	Nos D'ORDRE.	PRESSION dans l'échappement en mill. de mercure.	MOYENNES des dépressions en mill. d'eau dans la boîte à fumée	Nos D'ORDRE.	PRESSION dans l'échappement en mill. de mercure.	MOYENNES des dépressions en mill. d'eau dans la boîte à fumée
CHEMINÉE DE 0,400			CHEMINÉE DE 0,480			CHEMINÉE DE 0,550		
1	30	13	1	30	12.8	1	30	13.6
2	60	26	2	60	27	2	60	26.6
3	90	37.5	3	90	40.8	3	90	41.8
4	120	49	4	120	54.6	4	120	52
5	150	59.6	5	150	68.5	5	150	63.5
6	180	69	6	180	80.5	6	180	75
7	210	76.5	7	210	91.3	7	210	85.5
8	240	84.5	8	240	102.5	8	240	95.5
9	270	93.6	9	270	113.8	9	270	106.1
10	300	102.3	10	300	127.3	10	300	117.3
CHEMINÉE DE 0,450			CHEMINÉE DE 0,520					
1	30	13.5	1	30	14.3			
2	60	28.3	2	60	27.1			
3	90	44.1	3	90	41			
4	120	54.6	4	120	54			
5	150	68.6	5	150	65			
6	180	77	6	180	77.3			
7	210	86.6	7	210	88.1			
8	240	97.8	8	240	99.5			
9	270	108.6	9	270	110.7			
10	300	119.3	10	300	121			

et on a de nouveau trouvé que les deux cheminées de 0m45 et de 0m48 étaient encore celles qui donnaient le maximum d'appel.

Pour vérifier l'influence de la longueur de la cheminée, on a essayé, comme précédemment, avec un échappement de 0m125 millimètres, une cheminée de 0m45 de diamètre, ayant les longueurs suivantes :

1 mètre — 2 mètres — 3 mètres — 4 mètres — 2 mètres, plus un coude (1).

On a de même résumé ainsi ces derniers essais, dont les résultats sont consignés dans la deuxième table :

1° Que le tirage a augmenté avec la longueur, mais que de 3 à 4 mètres l'augmentation paraît nulle.

(1) Cette cheminée avait 2 mètres de partie droite, plus un coude à l'extrémité de 1 mètre de développement.

EXPÉRIENCES SUR LES CHEMINÉES DE LOCOMOTIVES

(DEUXIÈME TABLEAU.)

Nos D'ORDRE.	PRESSION dans l'échappement en mill. de mercure.	DÉPRESSION en mill. d'eau dans la boîte à fumée.
CHEMINÉE DE 1m DE LONGUEUR.		
1	5	5
2	16	6
3	30	10
4	74	22
5	119	34
6	169	46
CHEMINÉE DE 2m DE LONGUEUR.		
1	16	9
2	27	15
3	39	21
4	46	24
5	63	32
6	73	36
7	123	58
CHEMINÉE DE 3m DE LONGUEUR.		
1	14	10
2	24	18
3	38	27
4	44	32
5	53	37
6	54	39
7	73	47
8	96	59
9	123	75
10	151	85
11	207	110
CHEMINÉE DE 4m DE LONGUEUR.		
1	19	16
2	23	17
3	35	25
4	51	37
5	94	60
6	117	70
7	129	75
8	132	76
9	152	85
CHEMINÉE AVEC COUDE.		
1	24	14
2	34	19
3	49	25
4	56	27
5	65	32
6	89	43
7	97	46
8	112	51
9	132	60
10	132	60
11	83	39
12	61	29
13	37	20

2° Que la cheminée n° 5, de 2 mètres de partie droite, plus un coude de 1 mètre développé, soit au total 3 mètres, n'a pas donné plus de tirage que la cheminée droite de 2 mètres.

Les expériences ont été répétées avec un échappement de 100 millimètres et des cheminées ayant successivement 2 mètres, 2m50, 3 mètres, 3m50 et 4 mètres, et l'on a reconnu que la cheminée de 3m50 paraissait produire un peu plus de tirage que les cheminées de 3 à 4 mètres, de sorte que la longueur de la cheminée qui produit le maximum d'appel paraît comprise entre 3 et 4 mètres, soit, comme nous l'avons déjà dit, environ dix fois son diamètre.

RECHERCHES

SUR

LA COMBUSTION DE LA HOUILLE ET DU COKE

DANS LES FOYERS DES LOCOMOTIVES ET DES CHAUDIÈRES FIXES

Par M. DE COMMINES DE MARSILLY.

« J'ai fait, dit M. Commines de Marsilly, dans une récente communication faite à l'Académie des sciences, un grand nombre d'analyses de gaz provenant de la combustion du coke et de la houille dans les foyers des locomotives et des chaudières fixes ; j'ai déduit de ces analyses la manière dont s'opérait la combustion. Je considère d'abord la combustion du coke dans le foyer d'une locomotive.

Quand la machine est placée en tête d'un train qui va partir, il n'y a point d'autre tirage que celui de la cheminée ; il est faible, la combustion est incomplète ; on trouve dans les gaz de la combustion de l'acide carbonique, pas d'oxygène, beaucoup d'oxyde de carbone et de l'azote. Aussitôt que le train se met en marche, sous l'influence d'un fort tirage, sur 100 parties d'oxygène qui traversent la grille, il en arrive une quantité plus grande que précédemment dans la chambre du foyer ; elle est généralement suffisante pour brûler l'oxyde de carbone qui s'y trouve ; les gaz de la combustion se composent d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote ; l'oxyde de carbone a disparu ou considérablement diminué.

Au bout de peu de temps, la locomotive a acquis toute sa vitesse, le tirage a toute son énergie. Toute la masse du coke devient incandescente, la température s'élève de plus en plus ; la zone de combustion se rétrécit, comme cela a lieu dans les hauts-fourneaux. Par suite, l'oxygène se combine plus facilement avec le carbone, et l'acide carbonique, en traversant la couche de coke, se transforme plus rapidement en oxyde de carbone. Pour 100 parties d'oxygène traversant la grille : 1° la quantité d'oxyde de carbone arrivant dans la chambre du foyer va en croissant ; 2° la quantité d'oxygène arrivant dans la chambre du foyer va en diminuant. Si dans les premiers moments qui suivent le départ les

gaz de la combustion renferment de l'oxygène et point d'oxyde de carbone, l'oxygène ira en décroissant graduellement et disparaîtra bientôt pour faire place à l'oxyde de carbone qui va en croissant. S'il y avait de l'oxyde de carbone, la quantité n'en fera que croître.

Quand on laisse tomber la charge, il arrive un moment où, les accès d'air étant plus faciles, l'épaisseur du coke à traverser est moindre, l'inverse de ce qui se passait précédemment se produit : pour 100 parties d'oxygène traversant la grille, la quantité d'oxygène arrivant dans la chambre du foyer augmente et la quantité d'oxyde de carbone diminue. Les gaz de la combustion renferment, à partir de ce moment, des quantités décroissantes d'oxyde de carbone ; ce gaz disparaît ensuite pour faire place à l'oxygène qui va en croissant, à mesure que se réduit l'épaisseur de la couche de coke.

Ainsi, il y a deux périodes bien distinctes dans la combustion continue d'une masse de coke dont l'épaisseur à l'origine est de 0m 60 à 1 mètre, et qui brûle jusqu'à ce qu'elle soit complétement consommée.

Les analyses de gaz qui suivent montrent l'existence de la première période ; celles de la seconde se déduit du raisonnement.

MACHINE ENGERTH. — VITESSE DE 30 A 40 KILOMÈTRES.

GAZ RECUEILLI.	POUR 100 PARTIES DE GAZ.			
	ACIDE carbonique.	OXYGÈNE.	OXYDE de carbone.	AZOTE.
1° 6 minutes après le départ.....	15.34	4.76	8.00	79.90
2° 9 minutes après le départ.....	11.76	2.94	0.00	85.30
3° 10 minutes après le départ.....	17.70	0.00	1.90	80.40

Ce n'est que quand il est au moment d'arriver au dépôt que le mécanicien laisse tomber le feu ; en marche, il maintient la hauteur du coke entre de certaines limites par des chargements faits à intervalles successifs.

Un chargement augmente l'épaisseur du combustible et diminue les accès d'air, ce qui tend à augmenter la production d'oxyde de carbone. Mais il refroidit la masse de coke incandescente, ce qui a pour résultat de diminuer la production d'oxyde de carbone et d'augmenter la quantité d'oxygène qui pénètre dans la chambre du foyer. Aussi, après un chargement, l'oxygène apparaît-il dans les gaz de la combustion et

l'oxyde de carbone disparaît-il, ou, si ce dernier gaz persiste à l'exclusion du premier, se trouve-t-il en quantité moindre.

MACHINE ENGERTH. — VITESSE DE 40 KILOMÈTRES.

GAZ RECUEILLI.	ACIDE CARBONIQUE.	OXYGÈNE.	OXYDE DE CARBONE.	AZOTE.
16 minutes après le départ	17.70	0.00	1.90	80.40
26 minutes après le départ (chargement)	»	»	»	»
31 minutes après le départ	13.09	2.98	0.00	83.93
34 minutes après le départ	12.41	2.06	0.00	85.53
38 minutes après le départ	12.76	1.60	0.00	85.64
41 minutes après le départ	10.30	0.60	0.00	89.10

Les analyses suivantes mettent ces faits en relief.

Plus la vitesse est grande, plus le tirage est actif et plus la température de la masse de coke est élevée; moindre, par suite, pour 100 parties d'oxygène transversant la grille, est la quantité d'oxygène pénétrant dans la chambre du foyer, et plus grande la quantité d'oxyde de carbone y arrivant. On doit donc trouver, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'oxyde de carbone dans les gaz de la combustion avec les machines marchant à grande vitesse qu'avec les autres; c'est ce que montrent les analyses recueillies sur une machine Crampton marchant à une vitesse de 80 kilomètres à l'heure, et dont les dimensions du foyer sont à peu près les mêmes que celles de la machine Engerth ci-dessus, les accès d'air étant plus grands.

MACHINE CRAMPTON. — VITESSE DE 80 KILOMÈTRES EN MARCHE.

GAZ RECUEILLI.	ACIDE CARBONIQUE.	OXYGÈNE.	OXYDE DE CARBONE.	AZOTE.
5 minutes après le départ	14.10	2.45	5.15	78.30
10 minutes après le départ	14.30	0.00	8.40	77.30
13 minutes après le départ	12.60	1.50	8.80	77.10

L'impureté et la porosité du coke sont des causes de production d'oxyde de carbone.

La combustion de la houille est beaucoup plus compliquée que celle du coke. La houille, en effet, sous l'action de la chaleur, donne deux produits bien distincts, le carbone fixe et les matières volatiles. Ces deux produits se forment simultanément et se combinent d'une manière distincte avec l'oxygène ; il y a donc à considérer deux combustions simultanées, celle du coke et celle des produits volatils. Or, la nature et la quantité du coke, comme la nature et la quantité des matières volatiles, dépendent de l'espèce de houille ; il est donc de la plus haute importance de tenir compte de l'espèce de houille que l'on brûle.

J'examine successivement la combustion de la houille dans les foyers des locomotives et dans les foyers des chaudières fixes.

Quand une locomotive avec son foyer chargé de houille est placée en tête d'un train avant le départ, le tirage est faible, la combustion est fort incomplète. Aussitôt que le train se met en marche, le tirage devient actif, la quantité d'oxygène qui traverse la grille dans l'unité de temps augmente considérablement, et ce qui en pénètre dans la chambre du foyer suffit pour opérer la combustion complète des matières volatiles et de l'oxyde de carbone. S'il ne suffit pas, il diminue beaucoup du moins la proportion de gaz non brûlés. C'est ce que prouvent les résultats des analyses de gaz recueillis peu de temps après le départ sur diverses machines.

NATURE de LA HOUILLE.	TEMPS écoulé DEPUIS LE DÉPART.	ACIDE CARBONIQUE.	OXYGÈNE.	GAZ DES MARAIS.	OXYDE DE CARBONE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.
Houille grasse (centre belge).....	1/4 de minute.	14.20	0.00	2.80	0.00	2.80	83.00
Houille grasse (Denain).....	2 minutes.	14.00	2.60	0.00	0.00	0.00	83.40

Au bout de quelques minutes, le train va à sa vitesse normale, le tirage a toute son activité, la température du coke formé s'élève, la décomposition du charbon, sous l'action de la chaleur, marche rapidement, et le dégagement des matières volatiles devient fort abondant ; puis ce dégagement se régularise ; enfin, il diminue beaucoup et consiste presque uniquement en hydrogène, et pour une faible partie en oxyde

de carbone et gaz hydrogène protocarboné. Il résulte de là que la combustion complète des produits volatils dans l'unité de temps prend des quantités d'oxygène décroissantes. D'autre part, la combustion du coke, ainsi que nous l'avons vu plus haut, prend une partie de plus en plus grande de l'oxygène qui traverse la grille dans l'unité de temps, et la quantité d'oxyde de carbone arrivant dans la chambre du foyer est de plus en plus grande. Il y a donc là deux phénomènes qui se combattent : l'un, la diminution progressive de produits volatils, est favorable à une combustion complète ; l'autre, la combustion du coke à une température de plus en plus élevée, favorise la production d'oxyde de carbone.

J'ai établi ce qui se passe avec chaque espèce de houille.

Je me borne dans ce court résumé à montrer comment la combustion s'opère avec une houille grasse du centre belge, se rapprochant du demi-gras (machine à marchandises du Creuzot).

GAZ RECUEILLI.	ACIDE CARBONIQUE.	OXYGÈNE.	GAZ DES MARAIS.	OXYDE DE CARBONE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.
4 minutes avant le départ.....	13.10	»	2.22	4.46	5.08	75.20
15 secondes après le départ.....	14.20	»	»	2.80	»	83.00
9 minutes après le départ.....	11.25	»	1.00	8.25	4.65	74.85
16 minutes après le départ.....	13.70	»	1.14	4.70	0.86	79.60
20 minutes après le départ.....	17.04	»	»	1.40	»	81.56
23 minutes après le départ.....	15.80	»	»	»	»	»
26 minutes après le départ.....	15.08	»	»	2.30	»	82.62

Ce qui est remarquable, c'est que les houilles demi-grasses et que beaucoup de houilles grasses maréchales à courte et à longue flamme brûlent sans fumée, quoique l'oxygène de l'air ne soit pas en excès, et qu'on trouve de l'oxyde de carbone en forte proportion dans les gaz de la combustion.

L'oxygène se porte, de préférence à l'oxyde de carbone et même à l'hydrogène libre, sur l'hydrogène des composés hydrogénés, et en sépare le carbone, avec lequel il se combine sous l'influence d'une température très-élevée. Il est possible et même très-probable que le carbone, au sortir de sa combinaison, s'il ne trouve pas d'oxygène, transforme l'acide carbonique du milieu dans lequel il se trouve en oxyde de carbone, grâce à la température élevée qui existe.

Nous arrivons maintenant à la combustion de la houille dans le foyer des chaudières fixes. Là nous trouvons un tirage beaucoup moins actif que précédemment ; de plus, la couche de combustible n'a que 15 à 20 centimètres d'épaisseur, au lieu de 60 centimètres à 1 mètre.

Il en résulte que l'oxygène de l'air arrive en plus grande proportion dans la chambre du foyer, et qu'il en passe une quantité notable parmi les gaz de la combustion, comme le montre le tableau suivant :

MÉLANGE DE HOUILLE ANGLAISE ET DE MONS (GRAND HORNU).

GAZ RECUEILLI.	ACIDE CARBONIQUE.	OXYGÈNE.	AZOTE.
1 minute après le chargement.....	10.10	5.05	84.85
6 minutes après le chargement.	10.81	7.56	81.63
11 minutes après le chargement.....	4.32	12.97	82.71

Cependant, la fumée est abondante. C'est que, pour une combustion complète, il faut trois conditions :

1° De l'oxygène en quantité suffisante pour se combiner avec les éléments des matières volatiles de l'oxyde de carbone ;

2° Un mélange intime de l'oxygène et du gaz ;

3° Une température élevée.

Ces deux dernières conditions sont remplies dans les foyers des locomotives ; elles ne le sont qu'imparfaitement dans ceux des chaudières fixes.

J'arrive en définitive à la conclusion suivante : qu'un tirage très-actif, combiné dans certains cas avec une introduction d'air très-divisé dans la chambre du foyer, permet seul d'opérer la combustion complète sans excès d'air et sans fumée.

APPAREILS DE LEVAGE A CHAINE GALLE

GRUE ROULANTE A CHARIOT

POUR TRANSBORDEMENT, DE TRENTE TONNES

ET

GRUE DE MONTAGE DE VINGT TONNES

Par M. C. NEUSTADT, ingénieur à Paris.

(PLANCHE 15.)

Les grues roulantes, composées de deux chevalets montés sur roues et reliés par une voie aérienne sur laquelle un chariot peut rouler avec la charge que l'on y suspend, sont d'invention assez récente. Un des premiers appareils de ce genre est dû à M. Arnoux (1), ingénieur, ancien administrateur des Messageries générales, et bien connu pour son système de trains articulés qui fonctionne depuis longtemps sur le chemin de fer de Paris à Sceaux et Orsay. Cet appareil, dont nous avons donné le dessin dans le VIIe volume de ce Recueil, a été appliqué, dès l'origine, à la gare du chemin de fer d'Orléans pour le service de transbordement des caisses de diligences sur les wagons à trucs.

La disposition qui a reçu les plus nombreuses applications, et qui est antérieure à la grue Arnoux, est celle dans laquelle le chariot est muni du treuil qui permet l'élévation du fardeau; dans ce cas, les hommes chargés de la manœuvre doivent naturellement se trouver sur le pont pour agir sur les manivelles; tel est le système des *ponts roulants* depuis longtemps en usage dans les ateliers de montage, et dont la planche 2 du présent volume montre un très-beau modèle.

(1) Cet appareil a été breveté au nom de l'inventeur le 11 juin 1850. Nous avons fait connaître dans le *Génie industriel*, tome XX, l'ingénieux mécanisme de trains articulés imaginé et perfectionné par M. Arnoux.

Les deux grues roulantes que nous allons décrire n'appartiennent pas à ce système; dans celles-ci, l'élévation de la charge suspendue à leur chariot est produite par un treuil indépendant monté contre l'un des chevalets, et tous les mécanismes sont disposés de telle sorte que les hommes peuvent, sans quitter le sol, actionner les manivelles pour effectuer les trois manœuvres de l'élevation du fardeau, du déplacement du treuil dans le sens longitudinal du pont et, enfin, de la translation de tout l'appareil sur la voie ferrée.

Ce qui a permis d'adopter ces dispositions avec un avantage réel, ce sont les divers perfectionnements apportés par M. Neustadt dans la construction de ces appareils, et notamment l'application de la chaîne Galle qui, en permettant de réduire les dimensions du treuil et le nombre des engrenages, donne la facilité de transmettre le mouvement sans complication d'organes embarrassants et avec une grande sécurité.

DESCRIPTION DE LA GRUE ROULANTE A CHARIOT.

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 3, PL. 15.

La fig. 1 représente, en section longitudinale faite par le milieu, une grue de 30 tonnes, système dit à chaîne Galle;

La fig. 2 en est une projection latérale vue de côté du treuil;

La fig. 3 une section transversale du pont et du chariot, faite suivan la ligne 1-2 de la fig. 1.

On reconnaît à l'inspection de ces figures que l'appareil se compose des deux forts chevalets en chêne A, réunis à leur sommet par les deux poutres B avec âme en tôle et fers d'angle de chaque côté, haut et bas, formant doubles T, lesquels sont renforcés par des T simples *b*, placés verticalement à un mètre de distance les uns des autres. Ces deux poutres, entièrement en fer, sont reliées à leurs extrémités par les caissons C, fondus latéralement avec des consoles renversées *c*, dont les patins servent à les boulonner sur les pièces de bois horizontales qui forment la tête des chevalets; ces dernières étant elles-mêmes réunies aux maîtresses poutres par les petites équerres en fonte *c'*.

Comme la portée de cette grue est très-grande, puisque la distance d'axe en axe des chevalets est de 7m670, chaque poutre en fer à double T est soutenue de chaque côté par une des grandes et fortes équerres en fonte D, boulonnées aux montants A des chevalets.

Ces derniers sont consolidés par les croix de Saint-André A', et les deux poutres parallèles horizontales qui forment leur base sont munies des paliers en fonte *e*, dans lesquels tournent les axes des galets de roulement E. Ces galets sont en fonte avec bandage en fer à double bourrelet pour guider leur mouvement sur les rails Brunel installés pour les recevoir. Deux de ces galets sont fondus avec des roues dentées E', qui en-

grènent chacune respectivement avec un pignon *e'* calé sur un axe intermédiaire monté dans des paliers qui sont boulonnés sur les traverses inférieures de chaque chevalet.

Ce même axe reçoit une roue dentée commandée par un petit pignon dont l'axe porte le volant à manettes F, sur lesquelles agissent les hommes de service pour effectuer la translation de tout l'appareil sur la voie du quai.

Chariot. — Le chariot, d'une construction extrêmement simple, est entièrement en fer; il est composé d'un double cadre G dont les angles sont renflés pour recevoir, au-dessus du pont, les axes des quatre galets H, qui reposent sur deux rails Brunel *h*, rivés par leurs patins sur la tête des deux maîtresses poutres B. Les deux angles du bas reçoivent les axes des deux poulies I, dans les dents desquels engrènent les fuseaux de la chaîne Galle élévatoire J.

A cette chaîne est suspendu le crochet K; sa chape en fonte K' est munie de deux poulies *j* qui servent de renvois à la chaîne, laquelle passe sur un troisième pignon I', placé sur la traverse inférieure du chariot, au milieu des deux premiers, de telle sorte qu'attachée en un point fixe *i* du caisson de droite C (fig. 1), cette chaîne se trouve ainsi doublement moufflée.

Le cadre en fer du chariot est, en outre, consolidé par deux tirants G', disposés en diagonale pour relier les essieux des galets de roulement H avec le pignon central à double mouffle I'.

Treuil. — Le treuil, placé près du sol pour se trouver, comme nous l'avons dit, à la disposition des hommes chargés d'effectuer les manœuvres, ne comporte que trois arbres en fer qui tournent dans des paliers venus de fonte avec les deux montants verticaux L, boulonnés à la charpente du chevalet de gauche.

L'arbre inférieur reçoit les deux manivelles motrices M, les pignons *l* et *l'* et la petite roue à rochet *m*, dans les dents de laquelle s'engage le cliquet *m'* destiné à maintenir le fardeau suspendu, en empêchant les engrenages de tourner en sens inverse sous l'action de la charge, lorsque les manivelles sont abandonnées.

L'arbre intermédiaire est muni des deux roues N et N'; la première, engrenant avec le petit pignon *l*, pour la petite vitesse, dans le cas de l'élévation du poids maximum de la charge; la seconde, que l'on engage dans les dents du pignon *l'*, pour la grande vitesse, en faisant glisser l'arbre à manivelle dans ses paliers. Cet arbre est arrêté dans l'une ou l'autre de ces deux positions au moyen de la menotte à poignée *n*, qui s'emboîte dans des portées ménagées à cet effet sur l'arbre, entre les deux pignons.

L'arbre intermédiaire porte la poulie à frein O, lequel frein se manœuvre à l'aide du levier à main O'; ce même arbre est encore muni du pignon en fer *n'*, engrenant avec la grande roue P fixée sur l'arbre supérieur *p*, le-

quel est forgé avec le pignon Galle qui commande la chaîne élévatoire J. Celle-ci passe dans deux gaînes en tôle L′, fixées verticalement contre le chevalet, et vient s'assembler au niveau des poutres du pont avec des conduits arqués en fonte P′, qui guident la chaîne et la dirigent horizontalement.

Le brin mou ascendant traverse le pont dans la gaîne en tôle Q et, par le conduit arqué en fonte Q′, descend librement le long du chevalet de droite.

L'autre bout de la chaîne, celui qui opère l'élévation du fardeau et dont l'extrémité de la mèche est attachée au point fixe *i*, ne peut plus être guidé en quittant le pignon de renvoi *p′*, puisqu'il doit s'engager dans les dents des pignons du chariot, et qu'il faut que celui-ci puisse se déplacer sur toute la longueur du pont.

Aussi, la chaîne est libre de ce côté, ainsi qu'on peut le remarquer sur le dessin, mais comme son poids, vu la grande portée de la grue, est plus considérable que celui du crochet et de sa chape, il arrive naturellement que, lorsqu'il n'y a pas de fardeau en suspension, la chaîne flotte en relevant la chape jusqu'au pignon du chariot.

Pour éviter cet inconvénient, M. Neustadt a imaginé et fait breveter des *soutiens mobiles* sur lesquels la chaîne repose, tout en lui laissant la faculté de se déplacer avec le chariot. Ces soutiens ne sont autres que les étoiles à quatre branches *q*, qui peuvent tourner librement avec leurs axes prisonniers dans les équerres en fonte *q′*, boulonnés intérieurement de chaque côté des maîtresses poutres B (Voy. fig. 1 et 3).

Mouvement de direction du chariot. — Nous avons décrit les dispositions mécaniques qui permettaient l'élévation de la charge et le transport de tout l'appareil sur la voie ferrée du quai; voici maintenant comment s'effectue le déplacement du chariot dans le sens longitudinal du pont.

A cet effet, une chaîne Galle R, dont les deux extrémités sont attachées aux essieux du chariot par des émérillons *r* permettant de la tendre à volonté, passe sur les deux pignons *r′*, forgés avec leurs axes qui sont montés dans des paliers venus de fonte avec les caissons C, reliant, comme on l'a vu, les deux extrémités des maîtresses poutres.

L'axe de l'un de ces pignons, celui de gauche (fig. 1), porte, en dehors de ses paliers, une roue droite R′, qui engrène avec un petit pignon *s* fixé sur un arbre intermédiaire *s′* (fig. 1 et 6), lequel est en outre muni de la roue d'angle S.

Cette dernière est commandée par le pignon *t* (fig. 2), dont l'arbre T, incliné parallèlement à l'un des montants du chevalet auquel ses supports sont boulonnés, descend près du sol pour se trouver à la portée des hommes de service, et recevoir le mouvement au moyen de la roue d'angle S′ commandée par le pignon *t′*, dont l'arbre horizontal porte les deux manivelles motrices U.

RAPPORTS DES ENGRENAGES DE TRANSMISSION

PUISSANCE ET TRAVAIL DU TREUIL SOUS LA CHARGE NOMINALE.

On vient de voir les dispositions adoptées pour effectuer les trois manœuvres nécessaires : celle de l'élévation de la charge, du déplacement du chariot, et enfin de la translation de tout l'appareil sur le quai de déchargement. Afin que ces manœuvres puissent être faites par un personnel restreint, ne devant pas s'élever à plus de 5 à 6 hommes pour l'élévation de la charge maximum de 30,000 kilogrammes, les rapports des engrenages ont été établis par l'ingénieur, comme l'indique le tableau ci-dessous.

SÉRIE.	DÉSIGNATION.	DIAMÈTRES PRIMITIFS.	PAS.	ÉPAISSEURS DES DENTS.	NOMBRE DE DENTS.	LARGEURS.	ALÉSAGES DES MOYEUX.
		mètres.	mill.	mill.		mill.	mill.
TREUIL.	Roue P..... sur l'axe du pignon Galle..	1.299	53	25	77	120	135
	Pignon Galle (fer).....	234	66	43	11	88	»
	Roue N', grande vitesse. sur l'arbre intermédiaire..	693	34	16	64	70	70
	Pignon *n'* (en fer).....	155	53	25	9	125	70
	Roue N, petite vitesse, avec poulie frein.	801	34	16	74	75	70
	Pignon *l'* grande vitesse. sur l'arbre des manivelles.	217	34	16	20	75	55
	Pignon *l* (fer) enterré dans la masse.....	110	34	16	10	80	»
TRANSLATION du chariot.	Pignon d'angle *t'* sur l'arbre des manivelles.....	183	25	12	23	60	45
	Roue d'angle S'. sur l'arbre de commande de la transl.	414	25	12	52	60	60
	Pignon d'angle *t*.	224	32	14.5	22	80	60
	Roue d'angle S.. sur l'arbre intermédiaire.....	672	32	14.5	66	80	75
	Pignon droit *s*...	154	37	17	13	105	75
	Roue droite R'..... arbre commandant la chaîne.	1.001	37	17	85	100	80
	Pignon Galle *r'* (fer).	142	44	25	10	30	»
	Id. id. id. sur l'arbre de renvoi de la chaîne.....	142	44	25	10	30	»
	5 roues Galle I, I', pour mouffles.....	338	66	43	16	38	2 à 65 3 à 60
TRANSLATION de la grue.	Roue Galle *p'* dans la boîte de retour..	338	66	43	16	38	65
	Pignon sur l'arbre des manivelles	120	27	12	44	70	60
	Roue *f* sur l'arbre intermédiaire.....	508	27	12	59	70	80
	Pignon *e'* id. id.....	258	35	16	23	80	80
	Roue E' des galets.....	805	35	16	72	80	130

On peut établir, d'après ce tableau, les rapports de la puissance à la résistance, et de leurs vitesses respectives pour chacune des manœuvres.

Voyons, ainsi que nous l'avons fait au sujet du pont roulant dessiné pl. 2 de ce volume, l'effort nécessaire pour élever, dans les conditions d'établissement de cette grue, la charge nominale de 30,000 kilogrammes.

En agissant sur les manivelles M, qui ont 0^m350 de rayon, soit un diamètre de 0^m700, on a pour la petite vitesse :

$$\frac{0,700 \times 0,801 \times 1,299}{0,234 \times 0,110 \times 0,155} = \frac{1}{182,9}$$

et comme la chaîne élévatoire est doublement moufflée, le chemin parcouru est quatre fois moins considérable ; on a donc :

$$4 \times \frac{1}{182,9} = \frac{1}{731.6}$$

Par suite, en admettant, comme nous l'avons déjà fait d'après les expériences mêmes de M. Neustadt, un développement de 1 mètre par seconde à la circonférence des manivelles, la vitesse d'élévation sera de

$$\frac{1^m000}{731.6} = 0^m001366 \text{ par seconde,}$$

soit, par conséquent,

$$0^m001366 \times 60 = 0^m081,96 \text{ par minute.}$$

La charge effective étant de 30,000 kilogr., et en ajoutant environ 1,500 kilogr. de charge morte pour la chaîne et son crochet, on a pour l'effort à exercer sur les manivelles :

$$\frac{31,500^k}{731.6} = 43 \text{ kilogr.}$$

En ajoutant 1/6 pour les frottements, on arrive à un travail réel correspondant à environ 50 kilogrammes à élever à un mètre en une seconde, c'est-à-dire à un travail effectif de 50 kilogrammètres.

Or, comme un manœuvre appliqué à la manivelle d'une grue qui ne fonctionne que par intermittence, peut, sans trop de peine, exercer un travail de 10 kilogrammètres par seconde, on voit que 5 hommes suffiront pour élever la charge maximum précitée ; et quatre de ces mêmes hommes seront plus que suffisants tant pour déplacer le chariot que pour effectuer la translation de la grue.

DESCRIPTION DE LA GRUE DE MONTAGE DE VINGT TONNES

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 6 DE LA PL. 15.

Comme dispositions générales, cette grue ne diffère pas sensiblement de la précédente; les transmissions de mouvement sont combinées de même pour produire l'élévation de la charge, le déplacement du chariot et la translation des galets de roulement sur la voie ferrée.

Sa construction seule, comme on peut le remarquer par les fig. 4, 5 et 6, qui représentent la tête de cette grue en sections longitudinales et transversales, est un peu modifiée, principalement pour le pont qui, au lieu d'être en tôle, est formé de deux fortes charpentes B′, de 0,430 sur 0,160 d'équarrissage, reliées aux chevalets A, A′ par quatre grandes équerres en fonte D.

Le chariot G est également en fer et muni des quatre galets H, qui roulent sur des rails de même métal h, fixés parallèlement sur ces deux grandes poutres.

Pour ne pas nous répéter dans la description de cette grue, nous avons désigné les mêmes pièces correspondantes à celles de la précédente par des lettres semblables indiquées sur les différentes figures.

Nous ferons seulement remarquer que sa portée est sensiblement moins considérable que dans cette dernière.

Elle n'est que de 4^{m} 960 d'axe en axe des chevalets.

Ce qui est bien suffisant pour un tel appareil, destiné principalement au montage des locomotives et à leur réparation.

Sa puissance maximum est de 20,000 kilogrammes, ce qui suffit largement au service de locomotives qui sont amenées pièce à pièce pour le montage, et que, dans le cas de réparation, on ne fait que soulever par une de leurs extrémités.

L'aspect général de ces grues est des plus satisfaisants, et leur construction ne laisse rien à désirer tant sous le rapport de la sécurité que sous celui de la commodité du service; il y en a maintenant un grand nombre installées dans les ateliers de différents chemins de fer, et en particulier nous citerons ceux des chemins de fer d'Orléans, de l'Est, du Nord de l'Espagne, de Madrid à Saragosse et Alicante, etc,

TISSAGE MÉCANIQUE

MACHINE A LIRE ET PIQUER

LE PAPIER CONTINU

POUR MÉTIER A LA JACQUART

Par M. FRANÇOIS DURAND, constructeur-mécanicien, à Paris.

(PLANCHES 16 ET 17.)

En décrivant au commencement de ce volume la nouvelle mécanique à la Jacquart de M. Durand, qui permet de remplacer les chapelets de carton en usage par du papier continu, nous avons dit que cet habile mécanicien avait combiné une machine spéciale à lire et à piquer.

En effet, cette substitution du papier continu aux cartons articulés exigeait naturellement, sinon pour le lisage, au moins pour le piquage ou perçage, des modifications importantes dans le mécanisme effectuant cette dernière opération. Aussi la nouvelle machine à lire et percer automatiquement, construite par M. F. Durand pour le service de son métier, présente-t-elle, par la continuité de son action, la légèreté de ses mouvements et l'ensemble de son excellente construction, des particularités très-remarquables qui la font considérer comme l'un des appareils les plus perfectionnés en ce genre.

On sait que *lire un dessin*, c'est percer dans un ordre déterminé d'après un dessin donné sur le papier quadrillé de la *mise en carte*, la quantité de cartons nécessaires pour représenter sur le tissu les mêmes effets.

La double opération du lisage et du perçage fut d'abord effectuée simultanément à la main par Jacquart lui-même, au moyen d'un poinçon en fer et d'un maillet en bois, le carton étant placé sur un billot entre deux plaques en métal percées de trous. Ce mode de perçage, naturellement long et dispendieux, a été une des causes qui ont empêché tout d'abord sa célèbre mécanique de se propager rapidement.

Pourtant, l'invention d'un lisage mécanique indépendant du piquage ne se fit pas attendre. D'après M. Falcot (1), ce sont : MM. Skoka, Triquet et Breton, ce dernier neveu de Jacquart, qui établirent les premières machines connues sous les noms de *lisage courant* ou *lisage à tambour*. Puis vinrent MM. Corban, Ferraussat, Jayet et Villoud, liseurs de dessins à Lyon, qui imaginèrent le *lisage accéléré*, lequel lui-même reçut de M. Dioudonnat, fabricant de métiers à Paris, des perfectionnements notables, consistant principalement en ce que le perçage des cartons s'effectue sur le bâti même du lisage, ce qui évite le transport des poinçons, et, par conséquent, supprime la presse ou machine à percer qui était l'auxiliaire indispensable du lisage accéléré primitif.

Aussi, maintenant, est-ce le dernier système qui est le plus généralement en usage, étant considéré comme donnant les meilleurs résultats et dans les conditions les plus économiques. Seulement, comme ces grands lisages sont d'un prix assez élevé (environ 25,000 francs, y compris les accessoires qui en dépendent), et qu'ils exigent le concours de deux personnes au moins, on a imaginé, pour les fabricants qui ne sont pas à proximité des grandes villes manufacturières où se trouvent des établissements spéciaux qui entreprennent pour chacun de lire les dessins, on a imaginé, disons-nous, des *petits lisages à touches* qui permettent à une seule personne de lire et piquer simultanément les cartons. Dans le volume V de ce Recueil, nous avons donné un dessin et une description détaillée d'un de ces ingénieux liseurs et perceurs mécaniques, construit par M. Tronchat.

Bien que la machine de M. F. Durand, que nous allons décrire, repose en principe sur le système des grands lisages accélérés, elle en diffère sensiblement sous le rapport de la construction et surtout, ainsi que nous l'avons dit, par les combinaisons qui lui permettent d'opérer avec une bien plus grande précision et dans des conditions spéciales, puisqu'au lieu d'agir sur des cartons offrant une assez grande résistance et présentés un à un, elle doit percer une feuille de papier relativement très-mince et se déroulant d'une façon continue.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A LIRE ET PIQUER LE PAPIER CONTINU

REPRÉSENTÉE PL. 16 ET 17.

La fig. 1, pl. 16, représente, vue de côté, l'installation complète de la machine à lire et piquer le papier ;

La fig. 2 en est une vue de face, intérieure, suivant une section faite suivant la ligne 1-2 de l'entablement ;

(1) *Traité encyclopédique et méthodique de la fabrication des tissus*, par M. Falcot (2e édition), 1852.

Ces deux figures sont dessinées à l'échelle de 1/15 de l'exécution.

La fig. 3, pl. 17, représente, en section verticale faite par le milieu, la machine à piquer séparée du lisage et dessinée à l'échelle de 1/10;

La fig. 4 en est une vue extérieure du côté de la poulie de commande;

La fig. 5 montre en plan la transmission du mouvement;

Les fig. 6 et 7 sont deux sections perpendiculaires l'une à l'autre, à l'échelle de 1/5, du mécanisme des poinçons perceurs, de leurs guides et des matrices;

Enfin, les fig. 8 à 12 sont les détails de quelques pièces principales, que l'échelle réduite des vues d'ensemble ne peut permettre de bien distinguer.

L'ensemble de l'appareil se compose de trois parties distinctes :

1° Du *lisage* proprement dit, formé d'un assemblage de cordes tendues sur un bâti spécial, et qui, destiné à figurer les fils de chaîne d'un tissu, se nomme *semple;*

2° Du *piquage,* qui est produit par une série de poinçons en nombre égal à celui des crochets ou aiguilles du métier à desservir, et dont le fonctionnement est subordonné aux cordes du semple avec lesquelles ils sont en communication ;

3° Du *repiquage,* qui sert à répéter un dessin déjà percé sans pour cela relire la carte, opération produite indépendamment du semple par une mécanique Jacquart dont les arcades communiquent avec les poinçons.

Du lisage. — Quoique la machine complète soit dite à *lire et à piquer*, la véritable opération du lisage se fait toujours, indépendamment de la machine, sur des *semples* portatifs de rechange, auquel on donne le nom d'*accrochage.*

La lecture de la carte pourrait bien être faite sur le semple même S de la machine (fig. 1); mais on comprend qu'il est bien plus rationnel d'apporter des semples lus, de les accrocher à la boîte disposée à cet effet, et de faire fonctionner l'appareil à piquer pour ainsi dire sans interruption. On arrive ainsi à produire plus rapidement, car le piquage est beaucoup plus expéditif que le lisage, puisqu'un seul perceur ou piqueur peut suffire au travail de six ou sept liseurs.

La *mise en carte* du dessin à reproduire est donnée au liseur, qui sait que chaque rang horizontal des petits carreaux de la carte représente un coup de trame ou une duite; que chaque interligne verticale figure un fil de chaîne; que la carte se lit par ligne horizontale; qu'enfin chaque petit carreau noir ou colorié donne un *pris* et chaque carreau blanc un *laissé* ou *sauté.* Chaque corde constituant le semple représentant ainsi, comme il a été dit, un fil de chaîne; si on ajoute, dans un ordre déterminé, d'autres cordes nommées *embarbes,* perpendiculairement aux premières, on produit un grossier tissu dont le croisement suit absolument

toutes les indications représentées sur la carte, tissu auquel il ne manque que la finesse des matières, la combinaison du rapport de leur grosseur, ainsi que la réduction régulière produite par le peigne.

Dans la lecture de chaque coup, dit M. Falcot, on choisit de la main droite, pour les placer dans la main gauche, toutes les cordes verticales du semple qui correspondent aux points *pris*, et l'on abandonne toutes celles qui correspondent aux points *sautés*, quel que soit le nombre des uns ou des autres. Puis, lorsqu'on a réuni dans la main gauche autant de cordes qu'on peut en tenir, on en conserve la séparation au moyen de la ficelle dite *embarbe* que l'on passe entre les cordes prises et les cordes sautées; on continue à choisir et à réunir par parties toutes les cordes qui appartiennent aux points pris, en faisant courir l'embarbe jusqu'à l'extrémité droite du semple, pour recommencer de nouveau par la lecture du coup ou du *lat* suivant.

Qu'il y ait ou non des répétitions totales ou partielles de la carte dans la longueur du semple, et que les *prises* soient plus ou moins nombreuses, on donne le nom de *lat* à toutes les cordes qui passent sur une même embarbe, en d'autres termes à tous les *pris* d'un coup de trame, en sorte que chaque embarbe donne son lat.

La lecture du dessin étant déterminée, on décroche le semple de son bâti pour l'accrocher à la machine dite *lisage* et procéder à la prise des poinçons perceurs.

Ceci bien compris, il devient facile d'étudier les dispositions et le jeu d'une machine à piquer à l'aide de semples.

Comme on peut s'en rendre compte à l'inspection des fig. 1 et 2 de la pl. 16, l'ensemble de la machine se compose du bâti en fonte A, de l'appareil à percer, surmonté de deux colonnes *a*, qui, conjointement avec les consoles *a'*, supportent l'une des extrémités de l'entablement en fonte A', lequel est soutenu de l'autre bout par deux colonnes A^2 reposant sur un massif installé au niveau du sol de l'atelier. Cet entablement A' sert à recevoir les guides des ficelles établissant les relations entre les cordes du semple et les poinçons, et à supporter une mécanique Jacquart A^3 destinée, comme nous l'expliquerons plus loin, au *repiquage* du papier continu pour la reproduction des dessins déjà lus.

Chaque corde du semple S est terminée par une boucle dont les deux brins qui le forment passent séparément entre deux trous d'une traverse en bois faisant partie du semple, et que l'on place sur des épaulements ménagés intérieurement à cet effet à la partie inférieure des chaises en fonte a^2. Au moyen de cette traverse, toutes les boucles se trouvent maintenues séparées, et peuvent être engagées toutes ensemble très-rapidement dans les petits crochets en cuivre *c*, nommés *pantins*, dont la tête est surchargée de plomb et reliée aux petites cordes *c'*.

Dès que le semple est accroché, on le tend en enroulant sa partie inférieure sur le cylindre ou ensouple *s*, monté au pied des colonnes A^2,

et muni d'une roue à rochets dans les dents de laquelle s'engage un cliquet qui empêche l'ensouple de tourner en sens inverse.

Les cordes du lisage se divisent en trois espèces : 1° celles de *tire* c' et c^2; 2° celles d'*aiguilles* c^3; 3° celles de *repiquage* c^4 correspondant à la mécanique Jacquart.

La totalité de ces cordes, venant de plusieurs directions pour se réunir avec celles c^3 qui passent dans les trous de la planche a^2 (fig. 1 et 15), les dirigeant verticalement pour les réunir aux poinçons, sont guidées par trois séries de baguettes en verre montées dans les châssis b, b' et b^2, et par de petites poulies b^3 (fig. 1, 13 et 14) montées dans les cadres B et B′ appelés *cassins*. Ces petites poulies sont séparées les unes des autres par des lamettes en bois très-minces dont la direction est parallèle à celle des montants; elles sont en nombre égal aux cordes du lisage et placées par rangs horizontaux, pour chacun desquels il n'y a qu'une seule broche en fer traversant toutes les lamettes.

Les poinçons, disposés verticalement à la partie supérieure de la machine à piquer, sont percés chacun, à leur extrémité, d'un petit trou qui sert à fixer les cordes d'aiguilles c^3, lesquelles, s'élevant verticalement, passent, comme il vient d'être dit, dans les trous de la plaque-guide a^2, se rendent sur les poulies de renvoi du cadre B′, et, venant passer sur les tringles en verre b^2, sont dirigées verticalement pour recevoir à leur extrémité les contre-poids en plomb C, dont le but est de relever constamment lesdits poinçons.

Aux cordes c^3 s'assemblent celles de repiquage c^4 reliées aux crochets du Jacquart A^3, ainsi que celles de tire c^2 guidées par les baguettes de verre b et b', qui se rattachent aux cordes c' placées à cheval sur les poulies de renvoi du cadre B.

Il résulte de la relation de ces diverses cordes entre elles, que si l'on tire l'une ou plusieurs des cordes du semple à la fois, voici ce qui se produit : les pantins correspondants descendent, entraînant avec eux les cordes c' qui y sont attachées, et en soulevant ceux des contre-poids C′ suspendus auxdites cordes, lesquelles tirent les cordes c^2, et par suite celles c^3, qui soulèvent naturellement par elles les contre-poids correspondants C. Les poinçons, par ce fait abandonnés à eux-mêmes, descendent verticalement pour percer le papier, tandis que ceux sur lesquels les cordes n'ont eu aucune action restent soulevés sans produire aucun effet. En abandonnant les cordes du semple qui ont été tirées, les contre-poids correspondants C′ font aussitôt remonter les pantins, tandis que les premiers C relèvent les poinçons qui ont fonctionné, en les ramenant dans leur position normale.

Du piquage. — La machine à piquer proprement dite se compose du bâti en fonte A, formé de deux flasques verticales réunies entre elles par les quatre entretoises en fer forgé d (fig. 1 et 2, pl. 16, et 3 et 4, pl. 17). Ce bâti supporte, d'une part, à sa partie inférieure, l'arbre moteur D et

l'arbre intermédiaire D′, qui communiquent le mouvement aux divers organes de la machine; et, d'autre part, un étui en bronze représenté en détail fig. 6 et 7. Cet étui, mobile dans plusieurs de ses parties, contient les poinçons en acier *e*, en nombre égal aux crochets des plus grands Jacquart. Ces poinçons sont placés sur 12 rangées parallèles de 104 chacune, divisées par quatre, c'est-à-dire tous les 26 poinçons, pour laisser la place à un poinçon *e′* (fig. 7) d'un diamètre plus fort, servant à percer les trous des repères, dans lesquels se logent les *pédonnes* du cylindre Jacquart. Ces derniers poinçons ne sont pas reliés aux cordes du semple, et leur mouvement, produit par un mécanisme que nous décrirons plus loin, doit avoir lieu à chacune des divisions du papier représentant les cartons que l'on perce, c'est-à-dire que les poinçons de repères percent à chaque coup.

La pièce principale qui donne le mouvement à tous les organes de la machine, est un levier E placé en dehors du bâti, oscillant autour d'un axe F, et réuni par les entretoises *f* et *f′* à un second levier E′, en tout semblable au premier et disposé de l'autre côté de la machine.

L'extrémité postérieure de ces leviers E et E′ est garnie de forts contre-poids en fonte E^2, qui les ramènent constamment à leur position première. L'entretoise antérieure *f′* est en fer creux, et sert de poignée à l'ouvrier lorsqu'il fait marcher la machine à la main.

C'est entre les parties de l'étui en bronze, dont il a été question plus haut, et sous les poinçons, que glisse le papier continu que la machine doit percer. Ce papier est, à cet effet, enroulé sur un cylindre en bois ou ensouple G, muni de grandes joues également en bois; il repose et tourne librement dans des petits supports à fourche venus de fonte avec les flasques du bâti.

De cet ensouple le papier est dirigé entre les deux cylindres tendeurs *g* et *g′*, s'introduit dans l'étui, sous les poinçons, où il se trouve percé, et de là se rend sur le cylindre d'appel en cuivre rouge G′. Ce dernier est garni, sur sa circonférence, de petits pointeaux saillants qui s'introduisent dans les trous des repères percés sur le papier, et lui donnent ainsi une traction bien régulière sur toute sa largeur.

Le cylindre G′ reçoit un mouvement de rotation alternatif qui lui est communiqué par la roue à rochet H (fig. 4), mobile sur un axe prisonnier dans la flasque de droite du bâti. Cette roue est commandée par le rochet *h′*, monté sur le levier *h* qui suit le mouvement alternatif du levier E auquel il est relié par la petite bielle en fer h^2, de sorte qu'à chaque montée du levier E, la roue à rochet H tourne d'une certaine quantité, entraînant une roue dentée fixée avec elle, et qui engrène avec une autre roue calée au bout de l'axe même du cylindre d'appel G′.

Afin que le papier ne puisse varier dans son développement, le cylindre G′ est arrêté après chacun de ses mouvements et maintenu pendant le piquage par deux forts rochets I, qui s'engagent dans les dents des

roues à denture angulaire I′ (fig. 3 et 8) fixées à chaque extrémité du cylindre G′. Ces rochets se dégagent à chaque oscillation du levier E, afin de permettre au cylindre d'appel de se mouvoir, et s'engagent aussitôt après pour tenir le cylindre dans une position invariable.

Pour faciliter les recherches du tisserand sur le papier continu, afin qu'il puisse reconnaître tel ou tel endroit de son dessin, il a fallu diviser le papier percé pour indiquer l'équivalent des cartons en usage ou chaque duite. Ces divisions se font simultanément avec le piquage, au moyen d'un système de tampon à couteau creux qui s'abaisse sur l'endroit voulu du papier, et y marque en couleur une ligne de séparation bien distincte.

Ce système de tampon à encreur mobile, représenté en détail fig. 10, 11 et 12, se compose du long couteau en fer i, prisonnier dans la boîte en bronze i', dont les extrémités sont munies des pignons i^2 (fig. 12), dentés sur une partie de leur circonférence, et engrenant avec les crémaillères i^3 qui peuvent glisser dans de petits guides fixés sur la plaque en bronze J reliée au bâti A, et recevant les supports J′ du rouleau encreur j, sur lequel vient appuyer le couteau i, du rouleau distributeur j' qui prend l'encre dans la petite bassine j^2.

Le couteau est relié à ses deux extrémités avec deux bielles en fer J^2, qui lui communiquent un mouvement vertical alternatif, et il est guidé dans sa course par deux petits goujons qui glissent dans une rainure pratiquée dans les plaques J. Dans le mouvement descendant, les pignons i^2, en engrenant avec les crémaillères i^3, transmettent au couteau un mouvement de rotation, de telle sorte que son tranchant se présente vers le bas; à ce moment, lesdits pignons, privés de dents sur une partie de leur circonférence, ne peuvent plus tourner dans la crémaillère, et le couteau, continuant son mouvement descensionnel, entraîne la crémaillère qui n'est retenue en place que par un petit ressort i^4 (fig. 11); le couteau vient alors s'appliquer bien également sur toute la longueur du papier, en y imprimant une longue ligne noire qui indique la division du carton.

Le couteau remonte aussitôt après, d'abord sans tourner, afin de se dégager complétement du papier, et la crémaillère, sollicitée par le ressort i^4, reprend sa première position; puis le pignon, rencontrant à nouveau la crémaillère, oblige le couteau à faire un demi-tour, et par suite à se présenter en contact avec le cylindre encreur j.

Le mouvement vertical de va-et-vient est communiqué aux bielles J^2 au moyen de deux petites manivelles r, fixées aux extrémités de l'arbre t (fig. 3, 8 et 9), lequel est animé d'un mouvement circulaire alternatif qui lui est communiqué par le levier R, actionné par le levier de manœuvre E′ au moyen d'un goujon fixé à ce levier et engagé dans une longue coulisse (fig. 1). A cet effet, le levier R est fixé à gauche, en dehors du bâti, sur l'arbre t' qui règne, comme celui t, sur toute la lar-

geur de la machine, et reçoit une roue dentée T qui, par l'engrenage intermédiaire T′, commande la roue T^2 fixée sur l'arbre *t*.

Les manivelles *r*, calées vers les deux extrémités de cet arbre pour commander, comme nous venons de le voir, le couteau encreur, sont munies chacune d'un appendice *u* (fig. 8 et 9), formant de même manivelle, pour porter le galet articulé *u′* destiné à agir sur l'extrémité du levier à rochet I, lequel, en s'engageant, comme il a été dit, entre les dents de la roue I′, maintient en place à chaque fraction de tour le rouleau d'appel du papier G′.

On remarque que le galet *u′* n'agit sur le levier I que durant une partie de sa course; ainsi, tel qu'il est représenté sur le détail fig. 8 et 9, ce galet soulève le levier et le dégage des dents de la roue I′, pour permettre à celle-ci de se mouvoir; puis, arrivé à la fin de sa course, il abandonne le levier, lequel peut alors se remettre en prise dans l'une des dents de la roue. En revenant à son point de départ, il passe sur le côté du levier sans le soulever, grâce au petit ressort *v* qui laisse fléchir son articulation, et il revient dans sa position primitive en s'engageant à nouveau sous le levier qu'il peut alors soulever.

Avant de décrire le fonctionnement des poinçons perceurs, il est bon que nous fassions connaître les dispositions générales de la transmission de mouvement.

Commande principale. — Sur l'arbre moteur D, en dehors du bâti de droite, est montée la poulie folle K, dont le moyeu, comme on le voit fig. 5, est muni d'une denture angulaire pour recevoir les dents de forme correspondante du manchon d'embrayage K′, qui peut glisser librement sur l'arbre moteur auquel il est réuni par la clavette en fer *k*.

Le déplacement du manchon sur l'arbre est produit au moyen de la fourchette *k′*, munie de galets qui pénètrent dans une gorge pratiquée sur la circonférence dudit manchon, et qui est fixée à l'extrémité du petit axe en fer k^2, lequel traverse la machine pour recevoir, du bout opposé, le levier K^2 dont le point fixe se trouve sur le bâti de gauche (voir fig. 1). Ce levier est terminé par une manette au moyen de laquelle on opère à volonté l'embrayage ou le débrayage de la poulie.

Sur l'arbre moteur, en dedans du bâti, est encore fixé le pignon K^3, qui engrène avec la roue dentée K^3; montée sur l'arbre intermédiaire D′. Celui-ci porte à ses deux extrémités, en dehors des bâtis, les petites manivelles *d′*, au bouton desquelles sont articulées les bielles D^2 reliées par leur autre extrémité aux leviers E E′, qui reçoivent, comme on l'a vu plus haut, un mouvement alternatif circulaire par leur oscillation autour du centre F.

Quand la commande a lieu par la poulie K, alors embrayée, il est bien entendu que c'est le cas du *repiquage* au moyen du Jacquart, et que la machine fonctionne complétement automatiquement, sans le secours de l'ouvrier que nous avons indiqué sur la fig. 1 de la pl. 16.

Dans ce cas, aux deux leviers parallèles sont reliées par des goujons les bielles d^2 qui commandent les petits balanciers e^2, et ceux-ci, par les deux bielles verticales d^3, les longs leviers e^3 qui ont leur point fixe sur l'entablement A′ du lisage. A ces derniers sont articulées d'autres petites bielles d^4 qui donnent le mouvement aux leviers e^4, munis à leur extrémité de contre-poids E^4.

Les leviers e^4 sont fixés à l'extrémité de l'arbre horizontal F′, qui tourne librement dans des coussinets ménagés sur le côté des deux supports A^4, destinés à recevoir la mécanique Jacquart, et qui, en outre, est muni de deux leviers, lesquels commandent au moyen de deux autres bielles F^2 la griffe de ladite mécanique. En suivant le tracé indiqué en traits ponctués fig. 1, on se rend aisément compte qu'à chaque mouvement ascensionnel ou descensionnel des leviers E E′, cette griffe se trouve animée des mêmes mouvements.

Marche et Enroulement du papier percé. — Le papier, en sortant de dessous les poinçons perceurs et marqué par le couteau encré qui le divise par cartons, est, comme on l'a vu plus haut, appelé par le cylindre G′, d'où il est dirigé sur le cylindre g^2, qui est garni de papier non collé, afin d'éponger l'encre des divisions, et il se rend de là sur le cylindre en bois G^2, sur lequel il s'enroule.

L'arbre de ce cylindre, dont les tourillons tournent dans des oreilles ménagées de fonte sur les côtés du bâti, porte à l'une de ses extrémités une petite roue d'engrenage l (fig. 1 et 2), qui reçoit le mouvement d'un pignon monté sur l'axe de la poulie à gorge l'; sur le côté de celle-ci est rapportée une roue à rochet dont le cliquet l^2 est mobile sur un prisonnier fixé au bâti. Une petite courroie l^3, attachée d'une part au levier E′ et de l'autre à celui L, embrasse une partie de la poulie l', après avoir passé sur un galet de tension.

Il résulte de cette combinaison qu'à chaque mouvement descendant du levier E′, la courroie, sollicitée par le levier L et son contre-poids L′, glisse sur la poulie l' sans lui communiquer de mouvement, retenue qu'elle est par le rochet l^2; mais quand le levier E′ remonte, il entraîne avec lui la courroie l^3; la tension exercée sur celle-ci par le levier L détermine alors sur la poulie une adhérence suffisante pour l'entraîner et faire enrouler le papier sur le cylindre G^2.

Après avoir ainsi montré les relations qui existent entre les cordes du semple pour le lisage et celles du Jacquart pour le repiquage, avec la marche intermittente du papier, transmis soit à l'aide du double levier de manœuvre E E′, soit par l'arbre D muni de la poulie motrice, il nous reste à expliquer le jeu des poinçons qui effectuent le piquage.

Piquage du papier. — Les poinçons e chargés de ce travail sont, comme il a déjà été dit, contenus dans une sorte d'étui dont les différentes parties qui la composent sont animées de plusieurs mouvements. La partie inférieure de cet étui forme la matrice; elle se compose

d'une pièce en fonte M (fig. 3 à 7), ouverte en son milieu pour le dégagement des petites rondelles découpées, et elle est recouverte d'une plaque en bronze M′, percée d'un nombre de trous égal à celui des poinçons, et qui forme la matrice proprement dite.

Ces deux pièces sont surmontées d'une autre plaque en bronze M^2, percée d'un même nombre de trous que celle M′, et réunie à celle-ci, aux deux extrémités, par deux plaques d'acier *m* (fig. 7). Au moyen de cet assemblage, les deux plaques en bronze conservent forcément un même écartement pour livrer passage au papier à percer, et sont complétement dépendantes du mouvement de la pièce en fonte M, dont les deux bouts sont ajustées entre des coulisseaux dressés, ménagés de fonte à la face interne des flasques du bâti A.

Ces coulisseaux sont prolongés pour recevoir au-dessus de la matrice la boîte ouverte en bronze N, au travers de laquelle passent les poinçons pour se rendre dans les trous de la matrice. A la partie supérieure de cette boîte sont disposées de petites barrettes en acier *n*, qui, au moyen de deux petits épaulements ménagés à cet endroit de leur longueur, servent de guides aux poinçons.

Ceux-ci traversent ensuite le cadre supérieur en bronze O fixé au bâti et, à cette hauteur, ils sont munis d'un second épaulement au milieu duquel est ménagé un petit talon *o*, destiné à venir buter à un moment donné sur les barrettes en acier *n*, fixées à la partie inférieure de la boîte en bronze N′, qui se déplace latéralement dans des coulisses pratiquées à cet effet aux flasques du bâti; la butée des talons *o* n'ayant lieu qu'autant que les poinçons sont descendus dans l'ordre déterminé par le lisage.

Au-dessus de la boîte N′ est disposé le cadre N^2, dont le fond est également percés de trous pour le passage des poinçons, lesquels sont encore guidés par d'autres barrettes n^2 fixées à ce cadre.

Les poinçons, qui sont aplatis pour passer entre les trois guides *n*, *n′* et n^2, se trouvent ainsi parfaitement maintenus, ne pouvant tourner sur eux-mêmes dans leurs mouvements ascendants ou descendants.

Voici maintenant comment s'effectuent les déplacements des guides pour retenir les poinçons, et le soulèvement de la matrice pour opérer le piquage du papier.

Aux deux extrémités de la pièce en fonte M, munie de la matrice, sont fixés deux goujons à galets *p* (fig. 7), pénètrant dans la rainure de deux cammes P (fig. 1 et 4) qui oscillent sur les prisonniers L^2 boulonnés au bâti. Ces cammes sont commandées par deux goujons fixés aux leviers E E′, et jouant dans une coulisse ménagée auxdites cammes. La forme de la rainure intérieure de celles-ci est combinée de façon que les leviers de manœuvre étant arrivés à la fin de leur course, la matrice se trouve élevée à ce moment de la quantité nécessaire pour opérer le piquage du papier, à l'endroit où les poin-

çons, commandés par le semple, sont venus se présenter à sa surface.

Comme la matrice, la boîte N est mobile verticalement; à cet effet elle est munie à chacune de ses extrémités, en dehors du bâti, d'un boulon prisonnier *p'* (fig. 7), auquel est relié le petit balancier P' (fig. 4), qui a son point fixe sur le bâti, et dont l'extrémité est munie de la courte bielle P^2, à œil allongé, dans lequel pénètre un goujon fixé aux leviers EE', transmettant ainsi directement à la boîte un mouvement ascendant lorsque ces derniers s'abaissent.

A ce moment un petit cliquet à ressort *o'* vient se placer sous la boîte N, afin de l'empêcher de descendre avant que la camme P ne soit revenue à sa première position, et comme en un point de son développement correspondant à cette position elle est munie du petit talon p^2, celui-ci, en le soulevant, vient dégager le cliquet *o'*, et la boîte N, sollicitée par le balancier P', peut redescendre et reprendre sa position normale.

La seconde boîte N', qui porte les barrettes *n'*, doit, comme il a été dit plus haut, se déplacer latéralement pour amener ces barrettes au-dessus des talons *o* des poinçons, afin de leur servir de butée et les empêcher de remonter sous l'impulsion de la matrice, qui s'élève en présentant à leur action le papier qu'ils doivent percer.

Ce mouvement horizontal de translation est donné à la boîte N' au moyen d'une pièce à bossage O' (fig. 4 et 7), fixée à l'une de ses extrémités et sur laquelle vient s'appuyer le galet o^2, fixé à la tige verticale en fer O^2, laquelle est reliée par un boulon au levier E, dont elle suit ainsi le mouvement ascendant et descendant, guidée qu'elle est par des oreilles o^3 rapportées à la partie supérieure du bâti.

A l'autre extrémité de la boîte N' est fixé un second plan incliné faisant la contre-partie de celui O', c'est-à-dire que la saille se trouve être justement en rapport avec le creux de l'autre, de sorte que dans le mouvement inverse du levier de manœuvre, les tiges O^2, dans leur déplacement vertical, font glisser inversement la boîte N', et les barrettes *n'* qui y sont reliées dégagent les talons *o* de tous les poinçons tombés par suite de la traction exercée sur les cordes correspondantes du semple, et, ainsi dégagés, ils peuvent remonter pour redescendre ensuite dans un nouvel ordre déterminé par le lisage.

On voit donc que la seule traction produite sur les cordes du semple suffit pour faire tomber les poinçons qui correspondent aux cordes tirées, mais il n'en est pas de même des poinçons qui percent les repères ou trous de *pédonnes* assurant le développement régulier du papier sur le cylindre du Jacquart; comme ils doivent fonctionner à chaque coup, ils faut par conséquent qu'ils tombent et percent à chaque oscillation du levier de manœuvre. Aussi, les poinçons de repère *e'* (fig. 7) n'ont aucune relation avec les cordes du semple, ils sont par conséquent toujours descendus. Mais, lorsque la passée est faite et que la boîte N remonte, en entraînant tous les poinçons pour les dégager de la matrice, ceux de

repère sont aussi remontés, et ils sont maintenus en place par un cadre en acier q, ajusté à l'intérieur de celui en bronze N^2 (fig. 7), et qui est munie de traverses venant se placer sous l'épaulement supérieur desdits poinçons.

Pour faire tomber les repères il suffit de déplacer d'une très-faible quantité ce cadre q et les traverses qu'il porte. A cet effet, lorsque la pièce N est redescendue et que le levier E est arrivé presqu'à la fin de sa course, la pièce verticale O^2 vient buter sur un petit levier coudé Q, qui a son point fixe sur une petite colonnette Q′ fixée au bâti, et son extrémité articulée à deux oreilles ménagées audit cadre. Sous cette action, celui-ci est repoussé légèrement en arrière, et tous les poinçons de repère sont dégagés et tombent.

Fonctionnement de l'appareil. — Comme il a été dit, la machine à piquer peut fonctionner à bras ou mécaniquement. Elle fonctionne à bras lorsque le dessin à reproduire est lu sur le semple; mais quand il s'agit de repiquer un vieux dessin ou de faire des doubles du même, c'est alors le Jacquart qui fonctionne, et la machine peut marcher d'une façon complétement automatique.

Supposons qu'elle soit actionnée à la main, et suivons les diverses opérations du piquage. Après avoir désarticulé les bielles d^2 afin d'isoler la commande du Jacquart, l'ouvrier se place devant la machine comme nous l'avons représenté fig. 1, et agit sur le mancheron f qui réunit les deux leviers E E′. Un second ouvrier, chargé de tirer les cordes voulues du semple, est placé derrière le premier.

Si nous admettons qu'un certain nombre de ces cordes soient tirées, les poinçons qui y correspondent, abandonnés à eux-mêmes, prendront la position indiquée sur la fig. 7, c'est-à-dire que leur talon o viendra se placer un peu plus bas que les barrettes n'.

A ce moment l'ouvrier abaisse les leviers de manœuvre E E′, la tige O^2, qui y est fixée, conduit son galet o^2 dans la partie creuse du plan incliné O′, pendant que le galet de l'autre côté de la machine rencontre une saillie, ce qui force la boîte supérieure N′ et les barrettes n' qu'elle porte à se mouvoir latéralement; alors ces barrettes viennent se placer au-dessus du talon o des poinçons tombés, et ceux-ci ne peuvent plus remonter avant le piquage complet.

Continuant leur course descendante, les leviers E E′ commandent les cammes P, dans la rainure desquelles sont engagés les galets p de la pièce M qui porte la matrice. Celle-ci exécute alors un mouvement ascendant, et le papier se trouve ainsi en contact avec les poinçons qui le défoncent.

Une fois le perçage opéré, les leviers E E′ descendent d'une petite quantité sans faire mouvoir la matrice. C'est pendant ce temps que la boîte inférieure N est soulevée ainsi que les poinçons tombés, qui reposaient par leur épaulement inférieur sur les barrettes n.

Ce mouvement a pour but de dégager les poinçons des trous de la matrice afin qu'ils puissent remonter plus facilement sous l'action des plombs C (fig. 1), lorsque l'ouvrier, qui tirait des cordes du semple, laisse revenir ces dernières à leur position première, alors que les leviers de manœuvre E E′ sont encore en bas.

Pendant la descente de ces derniers, le petit levier *h* (fig. 3) qui y est attaché, s'est abaissé d'une quantité correspondante, et son cliquet *h′* (fig. 4) glisse sur les dents de la roue à rochet H, de telle sorte qu'en remontant ce levier fait tourner la roue et, par suite, le cylindre d'appel G′ de la quantité correspondante à la largeur d'un carton. C'est aussi pendant la descente des leviers de manœuvre que s'effectue le mouvement de l'encreur mobile, comme on l'a vu plus haut.

Pendant le mouvement ascendant se produit l'enroulement du papier laissé libre par le dégagement du rochet d'arrêt I, qui, jusque-là, était resté engagé dans les dents de la roue I′.

Pour le repiquage, après avoir remis en place les bielles d^2, que l'on avait désarticulées pour la marche à la main, on embraye la poulie K au moyen du manchon K′ (fig. 4 et 5), et l'arbre moteur D peut alors commander les deux leviers E E′; le Jacquart, qui remplace le semple, commande, dans ce cas, les poinçons en laissant tomber ceux correspondants aux trous percés sur le dessin à reproduire.

On obtient ainsi un piquage continu sans temps d'arrêt, et l'on peut, dans un temps relativement très-court, reproduire autant de fois le même dessin qu'il est nécessaire, sans avoir besoin de refaire un nouveau lisage.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES.

Comme nous l'avons dit en publiant au commencemet de ce volume la nouvelle mécanique Jacquart de M. F. Durand, à papier continu subtitué aux chapelets de cartons, son application, déjà assez répandue, présente un grand intérêt, non-seulement comme régularité dans le fonctionnement et la facilité d'installation, mais encore, au point de vue économique, elle offre des avantages incontestables que les chiffres suivants permettront d'apprécier.

On compte en France 2 à 300,000 métiers qui fonctionnent avec des cartons. Le prix de ces cartons varie de 25 à 80 francs le mille, selon leur grandeur et le genre de fabrication. Dans le tissage des châles riches comme il s'en fait beaucoup maintenant, les dessins exigent jusqu'à 100,000 cartons, aussi quelques maisons importantes en emploient par an pour une somme qui s'élève de 50 à 60,000 francs.

Si, afin d'établir une comparaison, nous prenons un dessin de 600 cartons, par exemple, et pour la moyenne du prix de vente 36 francs le mille, nous trouverons en faveur du papier une différence de 15 francs

de prix de revient par mille cartons, et, relativement au prix de vente, la différence sera de 20 fr. 80.

Voici le prix de revient détaillé comparatif.

1,000 cartons de 600.			*Papier remplaçant 1,000 cartons.*		
Lisage.	10 fr.	50	Lisage.	10 fr.	50
Carton.	14	45	Papier.	2	70
Piquage.	1	50	Piquage.	1	50
Corde et enlaçage . . .	3	25	. . . . .	»	»
Repassage.	»	50	Repassage.	»	50
Total.	30	20	Total..	15	20

Donc la différence de prix en faveur du papier est de 15 francs.

Ajoutons que par suite de l'absence de choc du cylindre de la mécanique et du jeu de ses aiguilles, le papier peu durer beaucoup plus longtemps que les cartons, et on sera complétement édifié sur les avantages que présente ce nouvau système, dont plusieurs établissements de premier ordre font maintenant usage.

Nous citerons en particulier la maison de M. Frédéric Hébert et celle de M. Viard, fabricants de châles à Paris, et l'établissement de MM. J. Casse et fils, à Lille (Nord).

MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER

PLAQUE-TOURNANTE

A PLATEAU SUPÉRIEUR EN ACIER FONDU

ET A TAMPONS MOBILES DE CALAGE

Système de M. POULET, ingénieur

Construit par MM. PETIN, GAUDET et Cᵉ, maîtres de forges, à Rive-de-Gier.

(PLANCHE 18)

Personne n'ignore l'importance du rôle des plaques tournantes, ou *plates-formes,* dans le service des voies ferrées, où ces utiles organes sont employés au déplacement des véhicules, locomotives ou wagons, soit pour leur faire faire un mouvement complet de conversion, soit pour les changer de voie sans avoir recours aux *croisements* à aiguilles, qui nécessitent naturellement des parcours d'une grande étendue relative. Aussi l'emploi des plates-formes tournantes est-il à peu près aussi ancien que l'invention même des chemins de fer.

Mais, sans que le principe général en ait été changé, le mode de construction de ces plaques mobiles a presque constamment varié depuis l'origine, et il est aisé d'en apercevoir la cause.

Premièrement, au fur et à mesure que les voies ferrées ont pris de l'extension, la quantité de matériel s'est accrue dans un rapport correspondant, et la nécessité de rendre ce matériel durable a été d'autant plus vivement sentie que les causes de destruction, en se multipliant par l'importance toujours croissante du trafic, portaient en même temps sur des organes de plus en plus nombreux.

Ensuite, au lieu de n'avoir à passer sur les plaques que des locomotives légères dont le poids n'excédait pas, il y a quelques années seulement, 15 à 16,000 kilogrammes en ordre de marche, ce poids s'élève aujourd'hui, pour de simples machines à voyageurs, de 25 à 30 et

35 tonnes, sans parler de ces immenses machines à marchandises qui pèsent jusqu'à 40 et 50 tonnes, et tout en ne comptant que sur la partie de leur poids total susceptible de peser à la fois sur une même plaque franchie par un train en marche.

Cette situation devait donc conduire à augmenter la résistance de ces plaques, tout en cherchant aussi à les combiner de façon que les lourdes charges auxquelles elles sont incessamment soumises n'altérassent pas leur faculté d'être facilement mobilisables, manœuvre qui s'effectue le plus généralement à bras d'hommes.

Mais ce n'est pas tout. Dès le moment où le service a exigé encore plus de célérité dans les manœuvres, on en est venu à construire des plaques d'un diamètre tel que l'on puisse tourner une machine et son tender sans les séparer. Cette fois, la force des hommes n'étant plus suffisante, ou cette manœuvre en exigeant un trop grand nombre pour s'effectuer simplement à bras, les grandes plaques ont été armées d'un mécanisme de commande par engrenages et treuil. Enfin, d'immenses plaques, établies au centre ou aux abords des rotondes du chemin du Nord, et recevant les puissantes machines à six essieux accouplés, sont commandées par des moteurs à vapeur adhérents et, par conséquent, exclusivement affectés à ce service.

Avant d'aborder la description du système perfectionné que nous désirons faire connaître, il nous paraît utile de dire quelques mots de ceux qui lui sont plus particulièrement comparables, et dans lesquels la pratique a permis de reconnaître des inconvénients que l'on s'est proposé d'éviter avec ce dernier système.

Ce n'est pas la première fois, dans ce Recueil, que nous nous occupons de ce sujet. Dans le ve volume, nous avons décrit plusieurs systèmes de plaques tournantes, et, entre autres, une grande plaque construite entièrement en tôle par Lemaître. On ne peut affirmer que ce soit précisément ce mode de construction qui a prévalu, nous ne dirons pas à cause de son prix de revient, ce qui ne pourrait être une objection si sa solidité y répondait, mais parce qu'il résulterait au contraire de l'expérience que la trop grande multiplicité des assemblages, à laquelle entraîne nécessairement l'emploi de la tôle, amène assez promptement des dislocations, qui résultent des secousses et des chocs continuels que subit un organe de cette nature. Mais néanmoins il existe une analogie assez sensible, quant au fonctionnement, entre cette plaque et les systèmes en usage aujourd'hui.

L'ensemble d'une plaque tournante simple, autrement dit sans mécanisme de commande, comme celle dont nous allons nous occuper, comprend aujourd'hui :

1° Un plateau mobile reposant sur un pivot et sur des galets, et portant les parties de voies entre-croisées qui doivent venir se raccorder avec les voies fixes;

2° Une plaque de fondation, qui porte le pivot et sur laquelle roulent les galets;

3° Une cuve cylindrique entourant le tout, et servant à la fois de point d'appui aux rails fixes extérieurs et au sol avoisinant.

Dans les systèmes les plus répandus actuellement, les galets qui portent la plaque en sont indépendants; ils sont montés chacun à l'extrémité d'une tige radiale, qui est elle-même rattachée à un collier en fer pouvant tourner librement autour de la borne centrale à laquelle tient le pivot. De cette façon le galet, libre sur sa tige, et pris entre le dessous de la plate-forme et le chemin qui lui est réservé sur la plaque de fondation, ne peut que céder en tournant sur lui-même sans risque qu'il ne glisse et frotte sans tourner. Ce mode de construction (1) a été reconnu préférable à celui qui consistait à monter les galets sur des supports fixés, soit à la plaque de fondation, soit au plateau mobile, et on sait, en effet, qu'avec l'un ou l'autre de ces derniers modes, l'usure se manifestant, les galets ne tardent pas à résister au mouvement circulaire, à partir duquel moment ils ne répondent plus au service que l'on en attend.

En signalant cette modification, qui fut en même temps une amélioration importante de la construction des plaques, nous constatons de suite que, dans le système nouveau que nous allons décrire, on ne l'a pas appliquée, et qu'on est revenu aux galets *dépendants,* mais pour se conformer alors à un ordre d'idées différent.

Dans les dispositions habituelles, la plaque mobile repose à la fois sur les galets et sur un pivot central auquel on donne même une certaine prépondérance, de façon à réduire autant que possible la pression sur les galets, et par conséquent l'intensité du frottement qui constitue la résistance principale au mouvement de rotation. D'après cela la plaque, ne portant bien intimement sur tous les galets que sous l'influence d'une lourde charge stationnaire et capable de la faire fléchir d'une quantité suffisante, il en résulte qu'au passage simple d'un véhicule sur la plaque, celle-ci, ne portant constamment que sur le centre, oscille violemment et éprouve des ébranlements très-destructeurs, ce que l'on remarque d'une façon si manifeste lorsqu'un train franchit les plaques qui se trouvent ordinairement aux abords d'une gare principale.

C'est d'abord sur cette grave objection que reposent les perfectionnements imaginés par M. Poulet dans la construction des plaques tournantes; puis, ayant eu la pensée de fabriquer la partie principale en acier fondu, il ne pouvait confier cette fabrication à de plus experts que MM. Petin, Gaudet et C°, qui se sont même rendus propriétaires du pri-

(1) Une plaque ainsi construite, et du système de M. Sieber, a été décrite dans le numéro de novembre 1864 du *Génie Industriel.* On a remarqué toutefois cette différence que les galets sont fixes sur leurs tiges, qui tournent alors dans des collets réservés au collier tournant les rattachant à la borne centrale.

vilége de M. Poulet pour l'exploitation et la construction de son nouveau système de plate-forme tournante.

L'examen rapide et général auquel nous venons de nous livrer au sujet de ce genre d'organe, nous rend maintenant plus facile l'analyse des propriétés distinctives du nouveau système actuel.

DESCRIPTION DE LA PLAQUE-TOURNANTE

REPRÉSENTÉE PL. 18.

Ensemble de la construction. — La fig. 1 est une coupe verticale de l'ensemble de la plate-forme toute montée, suivant la ligne brisée 1-2-3 de la fig. 2;

La fig. 2 est une projection horizontale, en vue extérieure, de la plaque de fondation et de la cuvette, le plateau mobile enlevé;

La fig. 3 représente le même ensemble en élévation, la cuvette et la plaque démontées, suivant leur joint diamétral et le plateau mobile réservé en vue extérieure;

La fig. 4 est une projection horizontale, en vue extérieure, de ce plateau, isolément et dégarni de son parquet;

Les fig. 5 à 9 sont des vues de détail, dont l'explication est donnée ci-après.

Le plateau mobile est formé principalement d'un croisillon quadrangulaire composé lui-même de quatre fermes entre-croisées A, dont la structure, indiquée fig. 1 et 3, est celle ordinaire des solides dits *d'égale résistance,* à double portée, la partie supérieure constituant les portions de rails qui doivent se raccorder avec les voies fixes. Ce sont ces quatre fermes qui sont en acier fondu et coulées d'une seule pièce, si la dimension générale de la plaque le permet; dans le cas contraire, on la fait de deux pièces qui viennent se joindre bout à bout sur l'axe, et sont fortement réunies par des éclisses boulonnées *a*. Le moyeu central B est relié, toujours de la même pièce, aux croisillons par deux nervures diagonales C. L'ensemble doit être en deux pièces; les deux parties de moyeu sont rassemblées par deux frettes en fer *b* (fig. 1).

Comme les deux parties de voies formées par les quatres fermes A doivent être nécessairement interrompues à leurs intersections pour le passage des boudins des roues, ces quatre points sont très-fortement consolidés par des nervures en écoinçon *c*, faisant corps elles-mêmes avec les chapes réservées pour monter les quatre galets D, représentés en élevation et en plan, fig. 1, 3 et 4, et en rabattement fig. 9. On remarque également qu'à chaque entrée de voie, où les rails sont le plus exposés à la fatigue, on a eu le soin de renfler leurs extrémités, bien entendu du côté opposé au passage du boudin.

L'ensemble de la charpente du plateau est complété par un cercle en fer plat E, avec lequel le croisillon est réuni par des boulons et par les

empattements *d* réservés aux extrémités des fermes A. On voit enfin que cette pièce principale porte encore un certain nombre de pattes *e*, destinées à la fixation du parquet.

La plaque mobile a pour point d'appui central un pivot F monté fixe au centre de la plaque de fondation G, laquelle est un croisillon à jour en fonte et en deux pièces, qui repose sur un massif en maçonnerie ; elle porte les divers points d'appui de la plaque mobile, et particulièrement un rail circulaire *f* pour le roulement des galets D. Avec les dimensions actuelles, elle a pu être fondue avec la cuvette H, qui détermine la fosse dans laquelle joue la plate-forme, et porte les huit supports *p* (fig. 2) avec lesquels sont boulonnées les extrémités des rails des voies fixes extérieures. Cette cuvette est donc de la même pièce que le croisillon, moins le quart de circonférence où est installé le mécanisme important dont nous allons parler.

Nous rappelions, en commençant, que le grave défaut des plaques tournantes ordinaires est leur instabilité au passage des trains. Avec le système actuel, l'auteur a eu précisément pour objet d'obvier à cet inconvénient en organisant un mécanisme spécial, à l'aide duquel la plaque mobile puisse être rigidement calée et supportée en tous ses points tant qu'elle n'est pas en service.

Ce mécanisme consiste en huit tampons I assis sur le croisillon de fondation, mais composés chacun d'une base fixe et d'un chapeau mobile, que l'on peut élever à volonté de toute la quantité nécessaire pour qu'il arrive jusqu'à soulever même la plate-forme tournante.

Ces tampons, que les fig. 5 et 6 représentent en détails, en vue extérieure et en coupe, sont composés chacun de deux parties cylindriques emboîtées comme des manchons à griffes, et centrées réciproquement par un goujon *g* rivé avec la partie inférieure, qui est armée d'une bride par laquelle l'ensemble du tampon se fixe, à l'aide de trois boulons, au croisillon de fondation, qui possède autant de brides semblables.

Par le tracé géométrique, fig. 7, qui est le développement circonférentiel d'un tampon, on voit que les dents, suivant lesquelles est découpée la jonction des deux parties, sont formées d'un plan incliné et d'un repos horizontal, et qu'elles sont séparées elles-mêmes par de pareils repos. Il résulte évidemment de cette disposition qu'en faisant tourner la partie supérieure du tampon dans le sens de l'inclinaison ascendante des plans inclinés, cette partie s'élève d'une hauteur correspondante à la saillie des dents, et que les deux parties se trouvent de nouveau bien appuyées l'une sur l'autre par les portions horizontales de la jonction brisée.

C'est en élevant ainsi les huit tampons, dont l'élévation totale n'est environ que de 20 millimètres, que l'on arrive à leur faire porter le plateau mobile et à le soustraire à toute espèce d'oscillation ou de vibration, en le rendant aussi rigide que les voies fixes.

Pour opérer cette manœuvre rapidement et avec régularité, la partie mobile des tampons est fondue avec un secteur denté *h* avec lequel engrène une chaîne Galle J ; les huit chaînes semblables sont intimement reliées par des tringles en fer *i* auxquelles on donne la tension nécessaire au moyen de chapes *j* filetées à droite et à gauche; et, enfin, le circuit est complété par une neuvième partie de chaîne Galle, en prise avec un pignon *k* (fig. 1 et 2) appartenant à un bout d'axe vertical par lequel le mouvement est donné, comme nous allons l'expliquer, à tout ce mécanisme.

Cet axe, qui est monté dans une boîte en fonte K réservée à cette partie de la cuve H, porte aussi une petite roue d'angle L avec laquelle engrène un pignon *m* fixé sur un axe horizontal *l*, dont l'extrémité est armée du levier M (fig. 2). Les rapports des mouvements de ces diverses pièces mobiles sont calculés de façon qu'il suffit de *renverser* ce levier, autrement dit de lui faire faire un demi-tour, pour faire tourner les tampons de toute la quantité nécessaire à leur mouvement vertical qui, nous l'avons dit, n'est que d'environ 20 millimètres.

La position représentée fig. 1 et 2 est celle de la plaque *calée,* ou les tampons *élevés,* suivant la disposition indiquée en détail fig. 6.

La fig. 3 correspond à la position contraire, la plaque libre est préparée pour fonctionner, les tampons abaissés, par conséquent, et emboîtés comme sur le détail, fig. 5.

Dans le but de réduire les pièces d'assemblage, et de ramener au même point tous les organes à l'aide desquels les manœuvres s'effectuent, on s'est servi du même axe *l* pour y monter ce que l'on peut appeler le levier *d'encoche* N, qui sert, ainsi qu'on le sait, à arrêter la plaque tournante dans chaque position qu'on lui fait prendre, en la mettant en relation successivement avec chacune des voies au croisement desquelles elle est établie.

Ce levier, qui est libre sur son axe, est disposé pour s'abattre, suivant la position, dans l'une des quatre plaques encochées O, fig. 1, 3, 4 et 8, qui sont fixées sur le cercle en fer E du bâti de la plaque; lorsque celle-ci est chargée d'un véhicule et qu'on lui imprime le mouvement de rotation requis pour arriver à une direction déterminée, le levier N est nécessairement dégagé de l'encoche, et, au moment où la direction est près d'être atteinte, un homme d'équipe laisse retomber le levier, qui traîne jusqu'à ce qu'il rencontre la prochaine encoche, dans laquelle il tombe et arrête la plaque dans la position exacte de raccordement avec la voie fixe où le véhicule doit s'engager.

La construction générale de cette plaque se trouvant expliquée, nous devons faire ressortir certaines particularités importantes, relativement à la manière dont la charge doit être répartie entre ces divers points d'appui, et principalement le pivot et les galets.

Le moyeu B de la plaque forme est un boitard dans lequel se trouve

ajusté un étui cylindrique *n*, qui renferme un certain nombre de rondelles concaves en acier *o*, faisant l'office de ressorts superposés, par l'intermédiaire desquelles le poids entier de la plaque repose sur le pivot F : quatre boulons *q*, agissant sur l'étui comme sur un presse-étoupes, permettent de régler l'élasticité de ces rondelles en les comprimant plus ou moins.

Leur puissance d'élasticité est, en effet, mesurée de façon qu'elle suffise à supporter le poids de la plaque, non calée, et à la tenir assez élevée, hors de charge, pour qu'il reste un jeu de quelques millimètres entre les galets D et la voie *f*, qui leur est réservée sur le croisillon de fondation ; de plus, cette élasticité est suffisante pour que, *sous charge*, ce jeu ne soit pas entièrement absorbé.

Cette condition étant remplie, c'est-à-dire si la plaque, aussi fortement chargée qu'elle peut l'être, repose encore exclusivement sur le pivot, on conserve la douceur nécessaire au mouvement de rotation; et les galets, ne venant à porter sur leur voie que par l'effet de la flexion de la plaque sous les plus lourdes charges, ne sont pas exposés à une détérioration rapide comme lorsqu'ils ont à en supporter la plus grande partie.

Tel est, en résumé, cet appareil qui, sans être plus compliqué que les autres systèmes, nous paraît cependant offrir des avantages sérieux pour la sûreté et l'économie dans l'exploitation des voies ferrées. Il n'est douteux pour personne que le *calage rigide* ne soit une condition maintenant indispensable (1), et quant à l'emploi de l'acier, mode de construction très-praticable pour MM. Petin et Gaudet, grâce aux moyens puissants et perfectionnés dont ils disposent, c'est un progrès qu'on ne saurait qu'encourager.

(1) En publiant le pont tournant d'Abbeville dans le vol. XIIe de ce Recueil, nous avons montré qu'un procédé de calage rigide lui est appliqué, pour prévenir son oscillation au moment du passage des trains.

CONSERVATION

DES GRAINS, DES FARINES ET DES BISCUITS

Procédés de M. le Dr LOUVEL, de M. DELONCHANT
et de M. HAUSMANN père.

En publiant, il y a déjà plusieurs années, dans le XIe volume de ce Recueil, le système de grenier mobile dit *grenier-conservateur,* imaginé par M. H. Huart, de Cambrai, nous avons fait un historique des divers modes de conservation des grains qui ont été successivement proposés, et nous avons pu faire ressortir l'économie et les avantages qu'il y aurait à appliquer ces grands appareils, particulièrement dans les villes de grande consommation et celles qui avoisinent les ports de mer.

Depuis cette publication, plusieurs inventeurs se sont occupés de cette utile et importante question, soit pour en faire des applications industrielles sur une grande échelle, soit afin d'arriver à rendre le procédé assez économique pour devenir applicable même chez le cultivateur. Nous croyons devoir en décrire quelques-uns qui nous paraissent présenter de l'intérêt.

SYSTÈME DE M. LOUVEL.

M. le docteur Louvel paraît avoir étudié la question sous ce double point de vue en cherchant une disposition simple, pouvant s'exécuter à volonté sur des dimensions très-différentes. Ce procédé, qui repose sur l'emploi du vide, a été présenté à M. le ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts, M. le maréchal Vaillant, qui déjà avait fait adopter, lorsqu'il était ministre de la guerre, le système Huart à la manutention militaire de Paris.

Une commission composée d'hommes spéciaux a été instituée l'année dernière sous sa présidence; elle a examiné avec beaucoup de soin le mérite de cette invention, et après des expériences suivies, qui ont eu lieu à la ferme impériale de Vincennes, elle en a fait connaître les résultats dans un rapport qui vient d'être publié et dont nous extrayons la partie la plus intéressante.

Après avoir rappelé sommairement les essais qui ont été tentés à

diverses époques pour la conservation des blés et des farines, et qui n'ont pas été adoptés par les cultivateurs, ce rapport s'exprime ainsi :

La première question qui se présente est celle-ci :

Le procédé de conservation au moyen du vide inventé par M. Louvel est-il efficace? et d'abord, un vide suffisant peut-il être produit et maintenu dans ses appareils?

Pour résoudre ces deux questions, des expériences de longue haleine ont été suivies dans la ferme impériale de Vincennes sous les yeux de la commission, et surveillées, en l'absence de la commission, par l'administration de la ferme. Trois appareils ont été installés, deux en plein air dans la cour de l'exploitation, sans aucune espèce d'abri; un troisième dans un bâtiment dépendant de l'établissement.

Les appareils de M. Louvel sont tout simplement des cylindres en tôle supportés par un trépied en fer ou en fonte. Un trou d'homme, pratiqué à la partie supérieure du cylindre, sert à l'introduction des grains; une trémie disposée à la partie inférieure permet de vider facilement et rapidement le contenu du cylindre. A l'aide d'un manomètre on reconnaît le degré du vide obtenu. Une prise d'air fermant avec un robinet sert à l'aspiration, qui se fait au moyen d'une pompe aspirante et foulante ordinaire.

Disons en passant que cette pompe, dont l'usage n'est pas constant, peut être aisément disposée pour servir en cas d'incendie ou à tout autre usage de la ferme.

La commission, disposant de trois appareils, a pu étudier simultanément trois applications différentes du principe de la conservation par le vide, et l'*application* aux *grains,* aux *farines* et au *biscuit de la marine.* Elle a voulu juger, dans la même série d'expériences, si ce procédé réalisait les deux parties du problème de la conservation, c'est-à-dire s'il empêchait la fermentation et s'il paralysait l'action des parasites.

En conséquence, le 15 juillet 1864, en présence des membres de la commission, présidée par M. le maréchal Vaillant,

On a déposé dans le cylindre n° 1, 50 hectolitres de blé blanc de première qualité acheté quelques jours auparavant à la halle de Paris. On a mêlé à ces blés environ 20 litres de charançons parfaitement vivants. Ce cylindre a été clos et l'air en a été aspiré à l'aide de la pompe, jusqu'à ce que l'aiguille du manomètre ait indiqué que la pression était réduite de 65 centimètres. Le travail de huit hommes pendant 40 minutes a été nécessaire pour faire ce vide.

Le même jour, on a renfermé dans le cylindre n° 2, un tonneau de biscuits de la marine avariés, à demi détruits par les parasites et dans lesquels on a reconnu la présence de vers et de charançons vivants.

On a enfin placé dans le cylindre n° 3, dix sacs de farine de 101 kil. dite du *type de Paris.*

Le vide a été fait partout à 65 centimètres environ.

Depuis cette époque, on n'a plus touché aux appareils.

Le 24 janvier 1865, c'est-à-dire après un intervalle de six mois, la commission a procédé à l'ouverture des cylindres.

Il a été constaté d'abord qu'un vide suffisant s'est maintenu intact pendant cet espace de temps. Les manomètres ont peu à peu baissé jusqu'à ce que la

pression intérieure n'ait plus été réduite que de 35 centimètres et, pendant le cours de l'été, des oscillations ont été signalées dans la marche de l'indicateur; ces oscillations ont été causées par les variations de la température. Quant à la baisse de l'aiguille du manomètre, il faut l'attribuer en grande partie à l'émission de vapeur aqueuse favorisée par la raréfaction de l'air.

Le blé contenu dans le n° 1 a été retrouvé en parfait état. Les charançons étaient complétement détruits. Leur carapace desséchée, écrasée sur du papier blanc, n'y laissait aucune trace humide : le blé avec lequel ils avaient été mélangés par couches alternatives n'avait pas été attaqué par ces insectes. Le grain ainsi conservé était très-sec et offrait un excellent maniement; il a été revendu facilement, à la halle de Paris, dans les premiers jours de février, au cours des qualités de choix, c'est-à-dire 26 fr. les 120 kilos. Une poignée de ces grains, recueillie par MM. Boussingault et Borie, a germé rapidement; le germe n'en avait donc point été altéré.

L'état d'excellente conservation dans lequel le blé a été retrouvé, a provoqué l'observation suivante : dans l'ensilage, le grain provenant des contrées humides doit être ramené à un certain point de siccité (14 à 15 1/2 pour cent); dans les cylindres de M. Louvel, les grains contenant un excès d'humidité sont ramenés à un bon état par le seul effet du vide. Cet avantage deviendrait important dans les années où l'on récolte avec la pluie, et où l'on est obligé de battre les blés mis en moyettes.

Les biscuits contenus dans le cylindre n° 2 étaient dans le même état qu'au moment où on les y avait mis, c'est-à-dire en mauvais état; seulement les insectes étaient complétement détruits et desséchés.

Les farines du cylindre n° 3 ont été reconnues par les hommes compétents en parfait état de conservation. Panifiées par les soins de M. Doisneau, elles ont fourni un pain de première qualité, qui a été trouvé excellent.

La commission a donc pu constater les résultats suivants :

Le vide se maintient suffisamment et pendant un temps assez long dans les cylindres de M. Louvel.

Ces cylindres sont restés exposés pendant près de sept mois aux ardeurs du soleil, à la pluie, à la neige et à d'assez fortes gelées, cependant le blé qu'ils contenaient a été retrouvé dans un état parfait de conservation et de qualité.

Il en a été de même pour les biscuits et les farines.

Enfin, le charançon a été rapidement et complétement détruit au moyen du vide.

Restait une seconde question à résoudre : la question des frais d'installation et d'entretien.

L'appareil de 50 hectolitres, qui a servi aux essais, a $1^{m}80$ de diamètre sur une hauteur de $2^{m}10$. Son volume théorique est de 53 hectolitres 450, et son poids total de 1,400 kilos. Le corps de l'appareil a coûté 840 francs, y compris le droit de l'inventeur; le manomètre et son robinet 65 francs; le robinet de prise d'air 25 francs; transport et montage 70 francs; ce qui porte l'appareil de 50 hectolitres à 1,000 francs.

En calculant l'intérêt et l'amortissement de ce capital de 1,000 fr. à 8 pour cent, le prix de revient serait de 1 fr. 60 par hectolitre et par an. Pour des appareils d'une contenance plus grande, le prix diminue; il descend à 1 fr. 12 par hectolitre pour des cylindres de 100 mètres cubes de capacité. A ces prix, il

faut encore ajouter la part de l'intérêt du capital engagé pour l'acquisition de la pompe dont le prix peut varier de 300 à 1,200 fr., suivant l'importance de l'exploitation.

Cependant, il est bon de faire observer que ces prix de revient ne peuvent être considérés comme définitifs. Il est probable que la fabrication, en prenant de l'importance, réduirait sensiblement le prix de ces appareils, qui ne laisse pas que d'être élevé et dépasse le prix de revient de la construction des greniers ordinaires de nos fermes.

Les cylindres de M. le docteur Louvel offrent, outre leur propriété de conservation, plusieurs avantages réels : ils peuvent être mis dans une cour de ferme, dans un clos quelconque, sans hangars, sans aucune espèce de construction, une couche de peinture tous les deux ou trois ans devant constituer un entretien suffisant. Le blé, à l'abri de la fermentation, des insectes parasites et des rongeurs, serait encore à l'abri des accidents et des voleurs. Toute chance d'incendie serait écartée, et l'assurance deviendrait dès lors inutile; toute déprédation deviendrait impossible, à cause de la fermeture solide des appareils; enfin la simple inspection des manomètres suffirait pour constater que les appareils sont intacts et qu'un seul grain n'en a pas été distrait.

En résumé, les expériences faites par la commission lui ont permis de constater :

1° Qu'un vide suffisant peut se maintenir pendant six mois et demi et plus dans les appareils du docteur Louvel quand ils sont remplis de blé, de farine et de biscuit.

2° Que le charançon, de tous les parasites du blé le plus difficile à combattre, a été rapidement et complétement détruit dans l'air très-raréfié des appareils hermétiques inventés par M. Louvel;

3° Que pendant les six mois et demi qu'a duré l'expérience, il ne s'est développé dans l'appareil aucun charançon ni parasite d'aucune sorte;

4° Que le résultat n'a pas changé quand l'aiguille du manomètre est descendue à 30 et 35°, et qu'on n'a pas eu besoin d'avoir recours pour produire l'effet désiré à une nouvelle raréfaction de l'air des appareils;

5° Que la conservation des blés, des farines et du biscuit par le moyen du vide a été complète pendant toute la durée des expériences.

La commission estime en conséquence que si le prix de revient de ces appareils ne paraît pas devoir rendre leur introduction avantageuse dans les fermes où le grain est d'une conservation facile en grenier ordinaire, et où la tendance est d'écouler sur le marché les céréales au fur et à mesure que le battage les rend disponibles, il n'en est plus de même dans les exploitations particulières, où la conservation prolongée des grains est considérée comme avantageuse, dans les contrées où l'alucite et le charançon sont de véritables fléaux, ainsi que dans les magasins et entrepôts de grains et farines.

La commission pense enfin que les appareils hermétiques de M. Louvel sont de nature à pouvoir rendre d'utiles services au grand commerce et à la marine marchande pour les transports dans de bonnes conditions, à de grandes distances et par mer des grains et des farines, et aux armées de terre et de mer, soit pour leur approvisionnement de farine ou de biscuit dans les expéditions lointaines, soit pour la conservation de ces denrées alimentaires dans les places de guerre et les forts isolés.

SYSTÈME DE M. DELONCHANT.

M. Delonchant, de son côté, reprenant des études commencées déjà depuis longtemps, s'est occupé de nouveau d'améliorer les procédés en usage; dans une note communiquée à la Société des ingénieurs civils, à l'une de ses dernières séances, il résume ainsi les données du problème qu'il s'est posé :

1° De rendre les *greniers ordinaires* capables de conserver les grains sur une épaisseur qui n'a de limite que la solidité même du plancher, en introduisant dans toute l'épaisseur de la masse une circulation abondante d'air, circulation qui peut être plus ou moins activée suivant les besoins, par de simples cheminées d'appel;

2° De disposer l'appareil de manière qu'il soit facilement démontable par le premier venu, afin de n'apporter aucun obstacle aux pelletages que la présence d'insectes granivores peuvent rendre quelquefois nécessaires, et encore qu'il ne puisse servir d'asile à aucune vermine;

3° Enfin d'adopter un système de construction n'entraînant qu'une dépense tellement minime, qu'elle ne puisse être un obstacle pour personne, en même temps que les frais d'entretien soient à peu près nuls.

M. Delonchant croit avoir résolu complétement le problème; car un appareil qu'il a été autorisé à construire dans le dépôt des voies ferrées de la Compagnie générale des omnibus à Sèvres, à titre d'essai, contient à une épaisseur de 1 mètre, que la résistance du plancher n'a pas permis de dépasser, 24 mètres cubes environ d'avoine, qui y ont été placés le 1er novembre 1863, et qui depuis n'ont jamais reçu le moindre pelletage.

Un thermomètre fixé dans la coche d'un long bâton et plongé dans la profondeur de la masse, subit continuellement les mêmes variations que celles qui ont lieu à l'extérieur, quoique les cheminées d'appel qui débouchent dans le grenier même, n'aient que 2 mètres environ de hauteur.

L'avoine emmagasinée était, comme tous les grains de l'année dernière, dans de très-bonnes conditions, ce qui est fâcheux au point de vue de l'expérience; mais les indications du thermomètre ne laissent aucun doute sur la parfaite circulation de l'air à travers la masse, et partout ailleurs dans les autres dépôts les mêmes avoines ont bien exigé un pelletage moins fréquent que de coutume, mais qui n'en a pas moins été nécessaire pour pouvoir être maintenues dans un état convenable.

Le coût de cet appareil revient à très-peu près à 2 fr. par mètre superficiel de grenier utilisé par le grain.

Description de l'appareil. — Il se compose :

1° D'une planche à champ qui, de chaque côté du grenier, isole le grain des murs en laissant un passage pour le service. Ces planches, fixées au plancher par des crampons en fer, sont percées de trous triangulaires dont l'hypoténuse, qui est horizontale, a 0^m21, et les deux côtés qui sont en haut ont 0^m17.

Ces trous dont l'angle du haut, de 90°, est à 0^m03 du bord supérieur de la planche à champ, sont distancés d'axe en axe de 0^m60, et garnis chacun sur le devant d'un petit grillage métallique simplement cloué;

2° D'une cheminée horizontale, coffre formé d'une planche de fond, de deux planches de côté et d'un dessus à deux pentes à 45 degrés. Cette cheminée pénètre par chaque bout dans une cheminée verticale formée de quatre planches clouées. Son fond est à 0^m30 environ au-dessus du sol du grenier, les côtés sont percés en regard de ceux des planches de rive, d'un même nombre de trous de même forme. Chacun de ces trous est garni en dedans d'un cadre formé par des tasseaux de 35 millimètres d'épaisseur sur lesquels sont clouées des toiles métalliques, qui se trouvent par conséquent enfoncées à 0^m06 de la surface extérieure des planches de côté.

3° De conduits formés par deux planches clouées, dont la section triangulaire est de la même dimension que celle des trous déjà décrits; ces conduits s'introduisent l'hypoténuse ouverte, tournée par le bas, dans les trous de la cheminée horizontale dans lesquels ils entrent assez avant pour avoir par l'autre bout un revêtement suffisant; mais sans pouvoir atteindre et endommager la toile métallique, leur introduction étant limitée par des tasseaux d'arrêt cloués sur ces conduits, puis ils sont ramenés par un mouvement inverse dans les trous des planches de rive où ils s'arrêtent à quelque distance des toiles par des tasseaux semblables à ceux de l'autre extrémité.

Les trous pratiqués dans les planches de rive, étant plus bas que ceux qui leur correspondent dans la cheminée horizontale, les conduits sont placés suivant une pente longitudinale qui, en facilitant le cours de l'air, les maintient bien en place.

Le tout est construit en planches de sapin de Lorraine brutes, sans ajustement et simplement clouées, de sorte que la façon de ces appareils est au plus bas prix qu'on puisse atteindre.

Le talus naturel de l'avoine est à peu près de 45 degrés, de sorte que chaque conduit formerait dans la masse un vide dont la section serait un carré parfait, si le grain était versé avec autant de précaution dans l'appareil; mais il n'en est pas ainsi; jeté avec plus ou moins de force, le talus ne se produit pas habituellement sous les conduits, de sorte que la section vide n'est réellement qu'un triangle dont l'aire est très-suffisante encore pour un grand écoulement d'air.

Les planches de rive et les cheminées sont fixées à demeure, les petits conduits sont mobiles et sont déposés en tas lorsque le grenier est vide de grains, pour être placés un à un lorsqu'il s'agit de remplir le grenier, chaque conduit devant toujours être mis en place avant que le talus formé le grain n'ait atteint les trous dans lesquels ils doivent être introduits.

Lorsqu'il faut vider le grenier, on déplace successivement ces pièces au fur et à mesure qu'elles font obstacle à la pelle.

SYSTÈME DE M. HAUSMANN PÈRE.

Ce système a pour objet de conserver les denrées dans de grands récipients, où l'atmosphère ambiante est remplacée par une atmosphère privée d'oxygène, et de mettre ainsi ces denrées à l'abri de toutes les altérations dont ce gaz énergique est le principe par l'action puissante qu'il exerce sur la plupart des corps qu'il désorganise plus ou moins pour en former de nouveaux.

L'appareil qui permet d'obtenir ce résultat est un silos mobile en tôle de fer, placé verticalement sur le sol ; il a 6m35 de hauteur et 3m50 de diamètre ; il peut contenir 600 hectolitres de blé. Un trou d'homme, pratiqué au sommet de la calotte du cylindre, fermé d'une plaque, sert à l'introduction du grain, qui tombe sur un double fond formé de feuilles de tôle mobiles, percées de trous et recouvertes d'une toile métallique en fil de fer galvanisé, à mailles suffisamment serrées pour retenir le blé. Ce double fond repose à 4 centimètres de distance du fond du silos, sur des rangées de tasseaux mobiles, assez espacées entre elles pour laisser une libre circulation à l'air, appelé dans cette partie par un appareil aspirateur.

Un robinet à raccord en bronze, plongeant dans une cavité, est placé à l'extrémité inférieure de la paroi du cylindre pour aider à l'extraction des gaz aspirés. Un robinet semblable est disposé au sommet de la plaque de fermeture du trou d'homme, laquelle se ferme hermétiquement avec des boulons à écrous. C'est par ce robinet que s'introduit dans le silos l'azote produit par la désoxygénation de l'air atmosphérique, et que viennent successivement remplacer les gaz extraits par l'aspirateur.

Enfin, un second trou d'homme est pratiqué à la partie inférieure de la paroi du silos, à une hauteur suffisante pour que l'extrémité de son ouverture se trouve un peu au-dessous du double fond. C'est par ce trou d'homme qu'a lieu l'écoulement naturel du blé, dès que la plaque de fermeture est ouverte et qu'on veut vider le silo.

MOTEURS A VAPEUR

MACHINES A ROTATION DIRECTE

DU SYSTÈME A DISQUE

Par M. MOLARD, ingénieur mécanicien, à Lunéville.

(PLANCHE 19)

Bien des fois, dans le cours de ce Recueil, nous avons cité des exemples d'application du système de machine à vapeur désigné sous le nom de *machines rotatives* où *à rotation directe*, mais c'est la première fois que nous entreprenons de représenter et de décrire en détail l'un de ces types, dont aucun ne peut d'ailleurs être considéré encore comme véritablement acquis au domaine de l'industrie. La mention la plus importante que nous ayons faite des machines dites rotatives se trouve dans le tome 2e de notre Traité des Moteurs à vapeur où nous ne nous sommes attaché, néanmoins, qu'à faire connaître les types qui nous paraissaient résumer le plus exactement possible les nombreuses tentatives faites, même depuis Watt, en vue d'arriver à un résultat satisfaisant pour l'application et l'emploi de ce système particulier de moteur.

Parmi les quelques dispositions différentes que nous avons décrites dans ce traité, on a pu remarquer le tracé géométrique d'une machine à rotation directe, que ses auteurs, MM. Bishop et Rennie, ingénieurs anglais, ont appelée *machine à disque*, (disc engine), et qui se distingue des autres machines dites rotatives, dans lesquelles l'organe qui reçoit l'action motrice immédiate de la vapeur est animé lui-même du mouvement rotatif qu'il est appelé à transmettre extérieurement.

Dans la machine à disque le mouvement du récepteur est *oscillatoire* et ne fournit réellement la rotation utilisable qu'en deuxième mobile; mais cependant l'ensemble offre la plus grande simplicité à laquelle il semble possible d'arriver, car ce récepteur est son propre distributeur et dispense de tous les organes généralement quelconques, qui dans

toutes les autres machines, à rotation directe ou non directe, sont indispensables pour régler l'admission et l'échappement de la vapeur.

De nombreuses tentatives ont été faites en Angleterre pour arriver à la propagation de ce système, qui offre toutes les qualités propres à son emploi pour la navigation à hélice, par l'extrême réduction de son volume et de son poids.

Mais en raison de certaines difficultés inhérentes aux détails de sa construction, difficultés qui n'avaient pas apparemment été surmontées, ces essais n'ont pas été couronnés de succès : nous dirons même qu'ils ont eu fort peu de retentissement chez nous. On ne s'étonnera donc pas lorsque nous dirons que M. Molard, mécanicien à Lunéville, a réédifié la machine à disque sans avoir eu connaissance des essais anglais, mais alors avec des moyens nécessairement différents qui, nous l'espérons, lui permettront de réussir là où d'autres ont échoué.

Nous choisissons, comme premier exemple, pour faire connaître les travaux de M. Molard, un type dans lequel deux appareils simples, mais de dimensions différentes, sont conjugués suivant le mode désigné sous le nom de Woolf, c'est-à-dire pour utiliser la détente de la vapeur qui travaille d'abord à pleine pression dans le plus petit et se rend ensuite dans le second où elle agit en se détendant. Cette machine est nécessairement pourvue d'un appareil de condensation dont la pompe est aussi l'application du système à disque dans cet autre mode d'emploi.

Nous décrivons ensuite une très-curieuse disposition par laquelle le même moteur est réduit aux proportions d'une simple poulie.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DOUBLE

REPRÉSENTÉE FIG. 1 A 5, PL. 19.

Disposition d'un appareil simple. — L'ensemble de cette machine est représenté en élévation, fig. 1re, l'un des deux appareils moteurs en vue extérieure, et l'autre en coupe longitudinale, ainsi que l'appareil de condensation et la plaque de fondation. Comme les deux appareils moteurs sont identiques, sauf leurs dimensions respectives, nous nous attacherons particulièrement à la description de l'un d'eux, après quoi il sera facile de faire comprendre leur relation qui réside dans la communication établie entre eux pour les actions successives de la vapeur à pleine pression et à détente.

Ainsi que le montre la figure, l'appareil représenté en coupe, et qui permet par conséquent l'examen de la structure intérieure, est le plus grand des deux, celui qui travaille au moyen de la vapeur d'échappement. Cet appareil, ainsi que l'autre, se compose d'une boîte annulaire en fonte A′, formée de deux moitiés ou coquilles emboîtées et boulonnées, et dont le vide intérieur, qui doit être très-exactement

tourné, offre, comme structure générale, une zone circonférentielle sphérique raccordée, par deux gorges demi-circulaires, avec deux nappes coniques qui ont un sommet commun. Cette boîte, qui sera le *cylindre* de ce système particulier de machine à vapeur, renferme un plateau ou *disque* en fonte B′, qui coïncide très-exactement par son noyau central sphérique avec les ouvertures circulaires que présentent les parois coniques de la boîte, et, par son contour extérieur, avec la paroi circonférentielle de cette dernière.

Ce disque est le *piston* moteur, ou mieux le *récepteur* sur lequel la vapeur développe sa puissance motrice. Par une disposition d'orifices que nous allons faire connaître, la vapeur est introduite dans la boîte A′, agit alternativement sur chacune des faces du disque, qui est complétement libre dans la boîte, et ce dernier prend un mouvement oscillatoire qui a pour effet de l'amener successivement en contact, par chacune de ses génératrices radiales des deux faces, avec celles des deux nappes coniques constituant les deux parois latérales intérieures de la boîte.

Dans ce mouvement du disque, l'axe C′, qu'il porte implanté perpendiculairement en son centre, décrit un cône qui a le même sommet que les parois latérales de la boîte A′, et dont la base est géométriquement le cercle engendré par le bouton d'une manivelle D′, monté sur l'extrémité de l'arbre de couche E. C'est sur cet arbre, qui reçoit ainsi un mouvement circulaire continu, que l'on fixe les organes, poulies ou engrenages, à l'aide desquels on transmet le travail de la machine.

Avant d'aller plus loin, nous devons faire connaître de suite la disposition qui permet de faire arriver la vapeur dans la boîte, en se conformant à son mode d'action sur le disque moteur.

En jetant particulièrement les yeux sur la figure 2, qui représente en vue de face ce disque dans la boîte, dont l'une des deux moitiés est démontée, et sur la figure 4, qui est une section horizontale de ce disque suivant la ligne 1-2, on voit qu'il est traversé par une cloison F′, rapportée fixe dans la boîte, et qui, en vertu d'un mode de jonction spécialement approprié à cette fonction, ne gêne en rien le mouvement oscillatoire de ce disque. La cloison se trouve placée juste entre deux lumières *b′* et *c′*, constituant respectivement le débouché dans la boîte du conduit *c* qui amène la vapeur, et de celui par lequel elle s'échappe après avoir terminé son action motrice.

Il est plus facile de concevoir l'action finale de la vapeur sur le disque que d'en suivre les différentes phases pas à pas.

Le disque se croisant avec la cloison fixe F′, qui est parallèle aux orifices *h′* et *c′*, il en résulte que les deux faces se trouvent simultanément en rapport avec les milieux d'introduction et d'échappement, mais suivant les deux parties de son étendue, séparées par les contacts avec les parois coniques de l'enveloppe A′, lesquels contacts doivent empêcher incessamment la communication d'un milieu à l'autre, et suivant des

parties de surface inégales, sans quoi il n'y aurait pas d'action motrice.

Si, par exemple, nous choisissons comme point de départ la position représentée fig. 1, où le disque est exactement perpendiculaire à la cloison, et la manivelle D′, *au bas du cercle qu'elle décrit*, on reconnaît qu'en cet instant l'une des faces du disque, celle du côté de l'axe C′, est régulièrement soumise, par moitié, à l'action de la vapeur et au vide du condenseur, tandis que la face opposée confine un volume de vapeur qui n'est en relation avec aucune issue extérieure : la même situation se reproduira évidemment, mais en sens contraire, lorsque le disque sera incliné de l'autre côté, ou *la manivelle en haut de son cercle*.

Entre ces deux positions, où le disque est perpendiculaire à la cloison, il prend évidemment différentes positions inclinées, parmi lesquelles il s'en trouve deux principales où il forme avec cette cloison le plus grand angle, soit lorsque *la manivelle est exactement horizontale*, en conservant les rapports de position sur notre figure. Si nous prenons ces deux positions régulières comme exemple de ce qui se passe entre celles extrêmes que nous examinions tout à l'heure, nous remarquons ce qui suit :

Les deux contacts sont en ce moment dans un plan perpendiculaire à la cloison; l'une des deux faces du disque est soumise, par les trois quarts, à la vapeur active, et, par un quart, au vide du condenseur; l'autre face est dans des conditions symétriques inverses, c'est-à-dire trois quarts soumis au vide et un quart à la vapeur.

Et, finalement, la quantité totale de travail développé n'a pas une base différente que dans les machines à cylindre : elle correspond au volume même de vapeur dépensé, soit, par tour, au volume même du vide de l'enveloppe ou boîte A′.

Combinaison des deux appareils. — Ce qui précède s'applique aussi bien à cet appareil, en le supposant disposé, comme nous venons de le faire, pour fonctionner isolément et pour recevoir directement la vapeur de la chaudière, qu'en lui restituant sa destination réelle, qui est de fonctionner avec la vapeur s'échappant de l'appareil plus petit avec lequel il est connexé par le même arbre de couche E. Il nous suffit donc de dire, pour faire connaître le petit appareil qui travaille directement avec la vapeur fournie par le générateur, qu'il est absolument semblable au précédent, sauf les dimensions qui sont plus faibles, suivant le rapport de leurs volumes respectifs qui sont calculés pour une détente déterminée. Mais il reste à décrire le mode de relation d'un appareil à l'autre, quant à la circulation de la vapeur.

Le petit appareil joignant avec la plaque H dans les mêmes conditions que le grand, possède aussi deux lumières *b* et *c* (même disposition que celles *b′* et *c′*), qui coïncident avec deux orifices de la plaque; l'un correspond à une tubulure à laquelle s'adapte le conduit I communiquant avec le générateur, et l'autre est le débouché de ce canal c^2 appartenant à la plaque, qui, contournant le boitard central, passe d'un

côté à l'autre de l'axe longitudinal, et correspond, en résumé, par son extrémité opposée, à cette lumière b' que nous avons dit être celle d'introduction dans le grand appareil : en deux mots, le canal c^2 réunit directement la lumière d'échappement du petit appareil avec la lumière d'introduction du grand.

Cette condition, qui est conforme aux fonctions ordinaires des machines à deux cylindres, dites de Woolf, répond ici au même objet. La vapeur, arrivant de la chaudière par le tuyau I, est introduite dans le premier appareil et y travaille, à pleine pression, en passant par les phases analysées ci-dessus ; s'échappant ensuite par l'orifice c, elle suit le canal c^2, est introduite dans le grand appareil, par l'orifice b', y travaille en se détendant, s'échappe enfin par l'orifice c', et parvient au condenseur par le conduit J. Il est presque superflu d'ajouter que cette combinaison exige que les deux disques attaquent l'arbre E symétriquement, c'est-à-dire qu'ils restent, ainsi que leurs axes C et C', constamment parallèles.

Détails de construction des appareils moteurs. — Chacune des boîtes A ou A' est formée de deux coquilles en fonte qui sont emboîtées à drageoir et boulonnées. L'une des deux coquilles reste exactement circulaire et complétement libre, de façon à pouvoir être démontée, comme le couvercle d'un cylindre, sans rompre l'assemblage général ; l'autre est, au contraire, armée d'un patin à nervures par lequel elle est boulonnée sur la plaque ; et, comme c'est évidemment dans cette partie fixe que sont ménagées les lumières à mettre en rapport avec les canaux de la plaque, cet assemblage forme très-exactement joint.

Les deux parties de la boîte sont accompagnées, comme le dessin l'indique, de deux tubulures centrales, dont l'intérieur est alésé pour recevoir les coquilles ou coussinets en bronze dans lesquels roule le disque ; ces deux coquilles sont poussées à joint par deux grands ressorts à boudin e, dont l'un prend son point d'appui sur une simple bride pleine et fixe k' qui ferme exactement la tubulure. Mais du côté opposé, la bride est remplacée dans cette fonction par un manchon conique G ou G', dans lequel joue l'axe C' du disque, ce qui peut avoir pour avantage sérieux, en renfermant cette partie du mécanisme, de ne laisser d'apparent que l'arbre moteur, en fait de pièces en mouvement.

Le principal rôle de cette pièce G' étant néanmoins de porter l'un des supports de l'arbre E, on voit que le cône est fondu avec un patin par lequel il prend directement son point d'appui sur la plaque de fondation, indépendamment de son boulonnage avec le corps A de l'appareil. Le corps du palier i, fig. 1 et 3, est fondu avec l'une des deux moitiés du couvercle h, que des exigences du montage ont conduit à faire en deux parties, lesquelles sont d'ailleurs très-exactement emboîtées sur l'ouverture du cône et fixées par des boulons.

Ce groupe, formé d'une boîte réunie avec le cône G' et l'ensemble

boulonné sur la plaque, forme un tout très-solide, et l'alignement des deux appareils est rendu ainsi parfaitement invariable.

Le disque moteur est, comme on l'a vu, un plateau en fonte dont les faces sont tournées coniques, à partir de la sphère qui en occupe le milieu. Sa circonférence devant joindre incessamment avec la zone sphérique de la boîte, on ne pouvait se dispenser de recourir au mode de jonction élastique usité avec les pistons ordinaires. A cet effet, on a garni cette circonférence d'un segment en acier *f*, qui se trouve logé dans une gorge dont la largeur est rendue suffisante, sans augmenter la masse du disque d'autre chose que deux rebords arrondis pour lesquels il a fallu seulement réserver à la boîte à vapeur des gorges correspondantes. La liaison de l'axe C′ du disque avec la manivelle D′ est opérée par simple entraînement. La manivelle est une sorte de plateau en fer présentant un enfourchement dans lequel est ajusté un demi-coussinet en bronze *j*, pour recevoir l'extrémité de l'axe C′ qui s'y trouve librement engagé.

Pour compléter ce qui concerne le disque, nous avons à faire connaître le mode ingénieux imaginé par M. Molard pour effectuer la jonction parfaite de ce disque avec la cloison séparative F′, qui remplit un rôle si important dans ce genre de machine, et sur laquelle le disque opère un roulement continuel.

Ainsi que le montre particulièrement le détail fig. 5, la cloison F′ traverse à frottement doux, mais plein, une douille en bronze *g* ajustée, dans les mêmes conditions, dans le disque B′; la forme extérieure de cette douille est conique, et a pour sommet celui même du panneau du disque et des parois intérieures de la boîte A′, soit le centre même d'oscillation. En fait, la douille est emportée avec le disque et frotte sur la cloison, et, en même temps, le disque, en oscillant, frotte sur la douille. Ce que l'on recherchait, en adoptant cette disposition, c'est que les surfaces de contact eussent une étendue suffisante pour assurer l'étanchement des milieux que la cloison sépare, de façon à éviter les fuites de vapeur de l'un dans l'autre.

La puissance de la machine est donc recueillie directement sur l'arbre E, à l'aide d'une poulie L ou d'un engrenage, suivant le cas; un volant n'est pas nécessaire, quant au moteur lui-même, attendu que par le mode d'action de la vapeur sur les disques, il n'existe pas de variations dans les efforts comme avec la transformation du mouvement rectiligne alternatif en circulaire continu : néanmoins, le poids de la poulie elle-même pourrait être au besoin déterminé de façon à former volant.

Condenseur avec pompe a air a disque. — On pourrait appliquer à cette machine une pompe à air ordinaire, dont le piston serait commandé par un excentrique monté sur l'arbre moteur E; mais on a voulu montrer ici l'emploi du système à disque comme pompe. Cette application donne lieu, d'ailleurs, à une disposition générale de condenseur qui n'est pas

dénuée d'intérêt. Les dimensions le permettant, l'ensemble du condenseur est fait d'une seule pièce en fonte présentant une première capacité cylindrique M, pour le condenseur proprement dit, accolée à un corps N d'un plus grand diamètre formant la bâche et dans lequel se trouve installée la pompe.

Cette pompe, qui est composée d'une boîte O et d'un disque P, comme les appareils moteurs, est aussi formée de deux coquilles, dont l'une est fixée, par une bride extérieure, sur un rebord *r* appartenant à la bâche, et joignant exactement de manière à déterminer au-dessous d'elle une chambre qui n'a de communication qu'avec le condenseur, par un conduit *m*, et avec l'intérieur du corps O par un orifice figurant celui d'introduction dans les appareils moteurs, comme les précédents; le corps de pompe est aussi en relation avec la bâche, par la coquille supérieure, au moyen de la tubulure *n*, qui est disposée, par rapport à la cloison séparative intérieure et à l'autre orifice, comme la lumière d'échappement des appareils à vapeur; ces deux communications sont armées des clapets *o* et *p*, bien qu'on puisse s'en passer avec le système à disque, mais qu'il est prudent de réserver à ces pompes spéciales qui doivent fonctionner avec sûreté et sous une faible pression.

Le disque P, dont la construction et la disposition dans la boîte sont semblables à ce qui a été décrit ci-dessus, est aussi muni d'un axe Q, qui est relié, par la manivelle R, avec l'arbre vertical S, lequel reçoit son mouvement de l'arbre de la machine, par la paire de roues d'angle T et T′. Afin de compenser les irrégularités qui peuvent survenir ou préexister entre la machine et le condenseur, qui n'ont pas une base commune immuable, l'arbre S est formé de deux parties rassemblées par un manchon brisé S′; la partie supérieure est maintenue par un boitard ménagé au centre de la plaque H, et l'autre partie traverse, en s'y reposant, une douille *q* ajustée dans un chapeau *r*, fixé sur la base supérieure d'un manchon conique *s*, disposé comme celui des appareils moteurs. Mais ce manchon, qui n'est qu'un simple support, est à jour, afin que l'eau de la bâche puisse pénétrer dans son intérieur et que toutes les jonctions de la pompe soient complétement noyées. Comme il n'est relié au corps de pompe que par sa petite base, et que cet assemblage a besoin d'être fermement soutenu contre les efforts latéraux, ce manchon est embrassé par une couronne *t*, circulaire comme l'ouverture de la bâche, et qui s'y emboîte à drageoir comme un couvercle.

Cette couronne peut donc être facilement retirée au besoin, pour visiter l'intérieur de la bâche ou pour un démontage quelconque, et, pour faciliter toute opération du même genre, on a eu le soin de faire le chapeau *r* en deux parties rassemblées par des boulons.

Modification de la machine précédente. — La machine que nous venons de décrire peut être modifiée, ainsi que M. Molard l'a fait, en rap-

prochant les deux appareils l'un de l'autre et en reportant l'arbre de couche et les organes qu'il porte extérieurement.

D'après cette autre disposition, les deux disques sont reliés immédiatement par leurs axes C et C′, et celui C′, du grand appareil traversant la sphère de part en part, vient transmettre la somme du travail développé dans les deux appareils à l'arbre de couche, qui se trouve, comme nous venons de le dire, reporté extérieurement, et par le mode de liaison indiqué sur la machine fig. 1.

Le rapprochement immédiat des appareils a pour avantage de réduire le développement du conduit de vapeur par lequel ils communiquent entre eux, ce que l'on recherche dans toutes les machines à cylindres combinés suivant le procédé de Woolf; il permet aussi d'appliquer un jeu de robinets à double voie, au moyen desquels M. Molard s'est proposé de renverser le sens de la marche, à volonté. Mais il fait perdre cette condition favorable de répartir, à peu près également, les efforts aux deux extrémités de l'arbre de couche, et reporte, au contraire, l'effort total sur l'axe du disque du grand appareil qui transmet la puissance totale de la machine et doit être proportionné en conséquence.

Le condenseur est également susceptible de se prêter à une modification importante. Le corps de pompe étant placé dans la même position que les appareils moteurs, il est compris entre deux cylindres horizontaux, dont l'un forme le condenseur et l'autre la bâche; l'axe du disque peut être commandé, alors, par l'arbre de couche, à l'aide de poulies ou d'une paire d'engrenages droits.

DESCRIPTION DE LA MACHINE-POULIE

REPRÉSENTÉE FIG. 6, PL. 19.

Cette figure représente, en section longitudinale, ce type remarquable dont nous parlions en commençant, et dans lequel l'enveloppe du disque est rendue mobile, et se trouve toute prête à transmettre le mouvement obtenu à l'aide d'une courroie, ou par une disposition d'engrenages en armant de dents le pourtour même de cette enveloppe.

L'ensemble de la machine présente, extérieurement, l'aspect d'un arbre portant une poulie en son milieu et reposant sur ses deux paliers; mais la poulie n'est autre chose que la boîte à disque, toujours composée de deux coquilles A, emboîtées et boulonnées, et fondues avec des portées cylindriques D, formant des tourillons E qui tournent dans les paliers H. Les portées et les tourillons constituent un arbre creux qui est en rapport, par l'une de ses extrémités, avec le tube I, par lequel la vapeur est amenée dans l'appareil, et par l'autre extrémité, avec le tube d'échappement J. Ces deux tubes sont introduits profondément dans l'arbre, et, afin d'empêcher toute fuite, les entrées sont armées de garnitures avec bouchons presseurs G.

Le manchon sphérique du disque B est traversé par un axe C, dont les extrémités sont engagées dans des entailles circulaires pratiquées dans les bouts des tuyaux I et J qui sont *fixes*, c'est-à-dire arrêtés extérieurement de façon à ne pas partager le mouvement de rotation que l'ensemble de la machine doit prendre; la sphère est creuse et présente toutefois deux chambres complétement distinctes, déterminées par une cloison disposée suivant l'axe C, qui traverse cette sphère. Ces deux cavités se trouvent respectivement en communication par deux séries de petits trous comme ceux *a*, avec les conduits I et J d'introduction et d'échappement de vapeur; ces deux chambres sont, en outre, munies chacune de deux orifices *b*, débouchant, de chaque côté du panneau du disque, dans le vide de l'enveloppe A et de chaque côté de la cloison F.

Si nous ajoutons ensuite que cette cloison est, comme dans l'autre machine, solidaire de l'enveloppe A, et qu'elle joint avec le disque dans les mêmes conditions que précédemment, il nous sera facile de faire comprendre maintenant la marche de celle-ci.

La vapeur introduite dans le vide de la boîte A, en traversant la sphère du disque, exerce sur ce dernier et sur la cloison F les mêmes efforts que dans la précédente machine; mais les mouvements produits doivent être différents, puisque le disque n'est plus libre d'osciller, et que la cloison appartient à un corps qui est, au contraire, libre de céder en tournant sur lui-même d'après son axe monté sur les paliers H.

C'est, en effet, le corps A qui prend un mouvement de rotation sur lui-même, en entraînant avec lui le disque B qui est pris par la cloison. Mais le disque ne peut exécuter de mouvement rotatif que d'après son axe C, qui forme un certain angle avec celui de la boîte A; il s'ensuit que ces deux organes, tournant dans deux plans différents non parallèles, les contacts entre le disque et les parois intérieures de la boîte se déplacent comme dans l'autre disposition, et que les orifices doubles *b*, se trouvant démasqués alternativement à chaque demi-tour, les deux parties du vide en rapport avec chacune des faces du disque sont aussi alternativement en rapport avec l'admission et avec l'échappement.

A l'appui de ce qui précède, la fig. 6 montre que l'un des deux orifices *b* est démasqué et communique, en ce moment, avec la partie supérieure du vide, tandis que l'autre est masqué par la garniture *c*, et par conséquent sans effet. Mais dans un demi-tour, ils occuperont tous deux la partie inférieure, et celui qui est maintenant masqué sera démasqué, *et vice versâ*. De plus, cet orifice *b*, appartenant, par exemple, à la cavité de la sphère qui est en relation exclusive avec l'échappement, c'est à cette phase que correspond la position indiquée pour la partie supérieure de l'appareil, et l'échappement s'effectue, en effet, dans cet instant, par les deux orifices *b* et *a*, et par le conduit J.

Telle est cette ingénieuse disposition, qui atteint peut-être à la plus grande simplification connue des machines à vapeur. Le constructeur

fait observer encore que, sans rien lui ajouter, on peut la faire tourner indifféremment dans un sens ou dans l'autre, rien qu'en renversant le rôle des conduits I et J d'introduction et d'échappement.

Nous avons dit que, pour les appareils doubles, comme celui représenté fig. 1, le renversement de la marche peut être également obtenu à l'aide de robinets à double voie; mais il faut, dans ce cas-là, un organe de renversement qui permette de maintenir le sens de rotation de la pompe du condenseur, lorsqu'elle est à disque, ses orifices ne pouvant être intervertis.

Suivant la disposition fig. 1, il suffirait de monter deux roues d'angle, comme celle T, sur l'arbre, et que l'on ferait agir séparément, suivant le sens dans lequel la machine devrait tourner.

M. Molard s'occupe sérieusement de ce système de machine auquel il apporte chaque jour de nouvelles améliorations, et d'après les résultats obtenus dans ses ateliers de Lunéville, il a l'espoir d'en tirer un parti avantageux. Il peut, en effet, exécuter des machines de ce genre et ne pesant pas 100 kilog. par cheval, et par conséquent les livrer à des prix de beaucoup inférieurs à celui des machines à cylindres ordinaires.

Nous terminerons cette description par quelques notions sur les dimensions et conditions de marche de ces machines, et sur les moyens d'en calculer les proportions.

CALCULS RELATIFS AUX MACHINES A ROTATION DIRECTE

REPRÉSENTÉES PAR LES FIG. 1 A 6, PL. 19.

La méthode à suivre pour calculer le travail de la vapeur dans ce genre de machine est la même que pour les machines à cylindre ordinaires, ce travail devant correspondre au *volume de vapeur dépensé* à l'unité de temps, d'après sa pression et le régime de l'admission. Nous avons vu que chaque tour de l'arbre, résultant du mouvement oscillatoire du disque, correspond à une dépense effective de vapeur égale au vide de la boîte dans laquelle ce disque se meut : il faut donc pouvoir évaluer ce volume pour arriver à l'estimation du travail théoriquement développé.

La machine représentée fig. 1 est basée sur les dimensions et conditions de marche suivantes :

Diamètre du petit disque	$0^m,450$
Diamètre du mamelon sphérique . . .	0 ,200
Diamètre du grand disque	0 ,770
Diamètre du mamelon sphérique . . .	0 ,300
Angle d'oscillation	24 degrés.
Nombre de tours par minute	60
Pression de la vapeur	4 atmosphères.

Ainsi qu'il résulte de la structure même de ces appareils, et comme le montre le tracé géométrique fig. 4, le volume du vide de chaque boîte est déterminé par un solide annulaire ayant pour limite extérieure la surface d'une zone sphérique engendrée par le disque, pour limite intérieure, le manchon central, également sphérique, et pour faces circulaires, deux nappes coniques correspondant à l'angle d'oscillation.

Si nous désignons par :

R — le rayon du disque; a — l'angle d'oscillation;
r — le rayon du mamelon central; D — le volume du vide;

nous trouvons que ce volume a pour mesure :

La surface de la zone sphérique extérieure multipliée par le tiers de son rayon, moins le produit de la surface de la zone sphérique intérieure par le tiers de son rayon.

Si, par exemple, nous désignons par S et par s les surfaces des deux zones qui ont R et r pour rayon, nous aurons pour première expression du volume cherché :

$$D = S\frac{R}{3} - s\frac{r}{3}.$$

Mais, d'ailleurs, ces deux volumes sont entre eux comme les cubes de leurs rayons, comme solides semblables, c'est-à-dire que :

$$s\frac{r}{3} = S\frac{R}{3} \times \frac{r^3}{R^3} = S\frac{r^3}{3\,R^2}.$$

Substituant à s cette seconde valeur dans l'expression précédente, il vient :

$$D = S\frac{R}{3} - S\frac{r^3}{3\,R^2} = S\left(\frac{R^3 - r^3}{3\,R^2}\right).$$

Il reste donc à évaluer la surface sphérique S.

Conformément aux principes ordinaires de la géométrie, cette zone sphérique a pour surface :

$$S = 2\left(2\,\pi\,R^2 \times \sin\frac{a}{2}\right).$$

Par conséquent, le volume cherché a pour expression définitive :

$$D = \frac{4\,\pi}{3}\sin\frac{a}{2}\left(R^3 - r^3\right).$$

Et si nous l'appliquons à la détermination du volume du grand appareil de notre machine dans lequel on a, ainsi qu'on l'a vu, $R = 0^m,385$, $r = 0^m,15$ et l'angle $a = 12$ degrés, on trouve :

$$D^{mc} = \frac{4 \times 3,1416}{3} \times 0,207912\,(0,057066625 - 0,003375) = 0^{mc},046.$$

La même opération effectuée à l'égard du petit appareil, celui dans lequel la vapeur travaille à pleine pression, fournit pour son volume 0^{mc}, 009 : donc, les deux volumes étant dans le rapport de 5 : 1, la vapeur travaille dans la machine, en se rendant d'un appareil à l'autre, à ce degré d'expansion.

L'évaluation de la puissance pour laquelle cette machine est établie ne présente donc plus de difficulté.

Pour obtenir la puissance théorique d'un cheval vapeur, en employant la vapeur à quatre atmosphères, d'étendue à cinq fois son volume admis à pleine pression, avec condensation supposée ne donner qu'un dixième d'atmosphère de contre-pression, il faut que le piston des machines de ce genre engendre un volume de $13^{mc},145$ par heure (voir *Traité des Moteurs*, vol. II, p. 467); s'il s'agit d'une machine de Woolf, cette proportion s'applique au grand cylindre comme elle convient au cylindre unique des machines simples.

Par conséquent, elle doit s'appliquer au volume du grand appareil de la machine à disque actuelle, dont nous venons de voir que le volume est de $0^{mc},046$, et nous avons dit que ce volume est rapporté à un tour, comme un coup double de piston des machines ordinaires.

Donc, pour 60 tours par minute, cet appareil répond à une puissance théorique de :

$$F = \frac{0^{mc},046 \times 60^{t} \times 60'}{13^{mc},145} = 12^{ch},6.$$

Si, comme la simplification du mécanisme permet de l'espérer, on recueille 65 p. cent de ce travail effectif sur la poulie motrice, la puissance utile de cette machine serait donc de :

$$12,6 \times 0,65 = 8 \text{ chevaux.}$$

Tels sont, dans leur ensemble, les résultats des travaux de M. Molard sur les machines à disque, dont il a construit un certain nombre. Nous ne possédons pas encore, toutefois, de résultats d'expérience à citer; mais, aussitôt qu'il en sera parvenu à notre connaissance, nous ne manquerons pas d'en faire part à nos lecteurs.

L'auteur a présenté tout récemment un modèle à la Société industrielle de Mulhouse qui a proposé un prix pour le meilleur système de machine rotative, et un autre au Conservatoire des Arts et Métiers où il doit être soumis à des expériences suivies.

APPAREIL DISTRIBUTEUR ÉQUILIBRÉ

APPLICABLE AUX MOTEURS ET AUX POMPES

Par M. PERRET, ingénieur civil

Chef des études de la construction des chemins de fer du Midi.

(PLANCHE 19, FIG. 7 A 9)

Nous sommes en mesure de faire connaître, dans ses détails, l'appareil sur lequel nous avons donné une notice très-succincte dans le vol. XV, page 240, de ce Recueil, et qui est dû à M. Perret.

Ainsi que nous l'avons décrit, cet appareil, qui affecte assez sensiblement, par sa forme générale extérieure, l'aspect d'une machine à vapeur ordinaire, est attribué, par son inventeur, aussi bien à des fonctions motrices qu'à celles des pompes; et, dans les deux circonstances, il peut convenir aux fluides aériformes ou aux liquides, que ces agents soient, en effet, moteurs, comme la vapeur dans les machines ordinaires, ou l'eau dans les machines dites à colonne d'eau, ou qu'il s'agisse d'une pompe à eau ou d'un appareil soufflant, etc.

La particularité de cette machine réside, en effet, dans la disposition toute spéciale de l'organe distributeur, comme le tiroir, par exemple, des machines à vapeur; ici ce distributeur est combiné de façon à se trouver *parfaitement équilibré,* ce que l'on n'obtient pas avec les tiroirs ordinaires ou les soupapes sans contre-poids ou par d'autres artifices analogues; de plus, ce nouveau distributeur offre cela de remarquable, qu'il constitue lui-même le corps dans lequel joue le piston, moteur ou récepteur. C'est ce que le dessin et la description suivante permettront de comprendre facilement.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DISTRIBUTEUR

REPRÉSENTÉ FIG. 7 A 9, PL. 19.

La fig. 7 représente cet appareil en coupe longitudinale, moins la partie du mécanisme de transmission, qui ne diffère pas, d'ailleurs, de celui d'une machine à vapeur ordinaire;

La fig. 8 en est une section transversale suivant la ligne 1-2;

Et la fig. 9 représente en détail, et en projection horizontale, un point d'attaque important du mécanisme de transmission.

L'appareil comprend un corps principal en fonte formé de deux cylindres concentriques A et A′, et à l'intérieur duquel est placé un manchon en bronze B, tourné par ses portées extrêmes de façon à coïncider très-exactement avec les parties alésées du corps extérieur. Ce manchon, qui est doué d'un mouvement rectiligne alternatif, est lui-même alésé pour le jeu du piston C, qui s'y meut comme dans un corps de pompe ou un cylindre à vapeur. L'ensemble de ce corps est fixé sur un bâti D auquel se rattache tout le mécanisme de l'arbre de couche, de la manivelle et de la bielle en relation avec la tige du piston C.

Pour expliquer l'ensemble du fonctionnement de l'appareil, il faut faire remarquer de suite que les extrémités du manchon B sont percées de lumières *a* et *a′*, qui sont destinées à venir se mettre successivement en rapport : 1° avec d'autres lumières *b* et *b′*, qui communiquent directement avec l'intervalle annulaire des deux corps A et A′, et 2° avec l'intérieur de ce dernier.

Ensuite, il faut noter que l'enveloppe intérieure A est armée d'une tubulure *c*, que nous appellerons l'*entrée*, qui est en rapport direct avec l'intervalle annulaire, et d'une deuxième tubulure *d*, que nous désignerons comme *échappement*, et qui s'ouvre immédiatement dans le cylindre intérieur A′.

D'après cela, admettons que l'appareil soit appliqué comme machine motrice à colonne d'eau. L'eau motrice est amenée par le conduit E et la tubulure d'entrée *c* dans l'intervalle annulaire, et y exerce sa pression. Or, il est aisé de reconnaître que le manchon B, recevant automatiquement du mécanisme, exactement comme un tiroir ordinaire, un mouvement de va-et-vient, ce mouvement a pour effet, comme dans cet organe analogue, d'amener alternativement ses lumières *a* et *a′* en rapport avec celles *b* et *b′* et, par conséquent, de *distribuer* cette eau motrice qui viendra agir successivement sur les deux faces du piston C, et lui communiquer le mouvement requis.

Mais, par la même raison, ces lumières *a* et *a′* venant se mettre à tour de rôle en rapport avec l'intérieur du cylindre A′, l'eau motrice, au retour du piston, s'échappe par ce vide et, enfin, par la tubulure *d* et le conduit F qui lui est adapté.

Prenant comme exemple la position représentée fig. 7, on voit que l'introduction a lieu en cet instant par les lumières *b* et *a*, et l'expulsion par les orifices *a′*, qui débouchent alors dans le corps intérieur A′ ; il est clair qu'aussitôt le piston C arrivé à l'extrémité actuelle de sa course, le manchon, revenant également, passera d'abord en son milieu de course où toutes les lumières sont masquées, puis, continuant d'avancer, fera communiquer ensemble les lumières *a′* et *b′*, ce qui amènera la situation

opposée à celle actuelle et le mouvement en sens contraire du piston, etc.

Il est évident que si, au lieu d'une machine à colonne d'eau, nous en voulons faire une pompe aspirante et foulante, rien ne sera dérangé dans les fonctions qui viennent d'être expliquées : l'eau aspirée entrera dans l'appareil par le conduit E et sera refoulée par celui F. Même disposition pour l'air, s'il s'agissait d'une machine soufflante.

Enfin, comme machine à vapeur ou à gaz motrice, l'introduction se ferait par le conduit E et l'échappement par celui F.

Il serait donc inutile d'insister davantage sur l'ensemble de ces fonctions, qui seront comprises à l'instant par toute personne connaissant le jeu d'un tiroir de distribution ordinaire.

Ce qui est intéressant à examiner maintenant, ce sont les détails d'exécution du distributeur lui-même, qui n'offre d'autre résistance, quelle que soit la pression du fluide en mouvement, que le frottement de ses garnitures.

La partie principale de ce distributeur est, comme on l'a vu, un manchon en bronze B, primitivement ouvert à ses deux extrémités, mais portant de la même pièce, et du côté de la tige du piston, une douille cylindrique *e*, plus petite de diamètre, qui traverse la garniture de l'enveloppe pour se relier extérieurement, par un collier en fer G, avec la tige H, (fig. 9), d'un excentrique circulaire monté sur l'arbre de couche à manivelle.

Cette douille, que la tige du piston traverse, est munie, à cet effet, d'une garniture dont les boulons de serrage *f* forment pitons pour les rattacher aux boulons d'assemblage du collier G.

L'extrémité opposée est armée d'une douille semblable *g*, mais rapportée à vis, et qui est également guidée par la garniture réservée à l'arrière-bout de l'enveloppe A.

Mais ces deux douilles extrêmes n'ont pas pour motif principal de guider l'ensemble du distributeur, qui est, d'ailleurs, parfaitement maintenu par ses portées saillantes glissant dans les parties alésées de l'enveloppe. Si l'on examine avec attention les effets de la pression du fluide à l'intérieur et à l'extérieur du distributeur, on reconnaît que, à l'égard de la paroi cylindrique, l'équilibre des pressions est nécessairement parfait, puisqu'elles agissent également sur tous les points de la circonférence ; mais, longitudinalement, il pourrait en être autrement, si l'on n'y avait pourvu, en établissant d'avance une compensation entre les différentes tranches transversales susceptibles d'éprouver les effets de la pression.

C'est là ce qui se produit avec les deux douilles *e* et *g*, dont la section transversale est rendue équivalente à celle de la plus grande tranche annulaire du manchon. De cette manière, la pression du fluide refoulé ou refoulant, suivant l'espèce même de machine, agit également et en sens contraire sur ces deux sections, et l'équilibre longitudinal est rétabli.

Faisons remarquer, en terminant, que la jonction étanche est assurée, entre le distributeur et le corps principal à l'aide de bagues élastiques *h* ajustées, d'une part, aux extrémités du distributeur lui-même, et, d'autre part, dans le corps en fonte.

Par cette ingénieuse disposition, au moyen de laquelle il est constant que la distribution du fluide en mouvement ne donne lieu à aucune résistance, et cela quelle que soit l'intensité de la pression, l'auteur fait remarquer que rien ne s'oppose plus à ce que l'on donne aux passages d'aussi vastes sections qu'on peut le désirer, faculté très-limitée, au contraire, avec les tiroirs plats ordinaires ou les soupapes.

En énumérant les diverses applications auxquelles ce distributeur peut convenir, M. Perret en cite une qui nous paraît surtout intéressante. Disposée pour utiliser une chute d'eau, cette machine à distributeur équilibré se placerait facilement comme la turbine Jonval-Kœchlin en un point quelconque pris dans la hauteur de la chute, à condition, comme pour cette turbine, qu'aucune rentrée d'air ne pût avoir lieu par le conduit inférieur et que la hauteur entre la machine et le niveau d'aval ne dépasse pas, bien entendu, la sphère d'action de la pression atmosphérique.

BASSINS DE RADOUB

BATEAU-PORTE DE L'UNE DES FORMES SÈCHES

DU PORT D'ALGER

Par M. HARDY, ingénieur des ponts et chaussées

Et construit par M. NILLUS et ses fils, au Havre

(DEUXIÈME ARTICLE. — PORTES)

PLANCHE 20.

Dans notre précédent article (p. 50 de ce volume), nous avons fait connaître, avec tous les détails qu'ils comportent, les importants travaux nécessités pour l'exécution des bassins de radoub du port d'Alger, qui comprennent particulièrement deux formes sèches, dont on a pu voir la disposition d'ensemble sur la planche 6.

Indépendamment de la construction générale, chacune de ces formes présente un organe qui en est le complément indispensable : c'est la *porte*, à l'aide de laquelle on ferme la forme et l'on retient les eaux du large lorsqu'elle doit être desséchée, exactement comme fonctionnent les portes d'écluses ordinaires.

Mais, par le fait même des dimensions de ces formes et par l'obligation de les tenir rigoureusement étanches, en résistant néanmoins à une pression d'eau extérieure très-considérable, le système de portes montées sur charnières et à ouverture angulaire présente des inconvénients, surtout dans les ports où il n'y a pas de marée; on préfère lui substituer un véritable batardeau mobile, libre et d'une seule pièce, qui est amené à sa place en flottant, et qui prend enfin la désignation de *bateau-porte*.

Dans une notice, publiée en 1850 dans les *Annales des ponts et chaussées* sur la construction des trois bassins de radoub du port de

Toulon, par M. Ch. Noël, ingénieur en chef, directeur des travaux hydrauliques de la marine, nous trouvons ce qui suit sur l'origine de ce système :

« Les bateaux-portes sont de l'invention de M. Groignard, l'illustre ingénieur qui a construit le bassin n° 1. Il s'exprime ainsi dans son mémoire de 1775 :

« Personne n'ignore que, dans les ports de marée, on ne parvient « à bien fermer les portes des formes qu'au moment de la basse-mer où « l'on voit à sec, et où l'on peut garnir de frise et de suif tous les vides « qui se trouvent entre les portes et les parements de la pierre de « taille ; au heurtoir, le long des poteaux-tourillons et à la jonction des « poteaux du busc, pour empêcher que les eaux n'entrent dans la forme « à mesure que la mer monte.

« Cet avantage ne se rencontre pas dans les ports où il n'y a point de « marée, et l'établissement des portes y présente de grandes difficultés. « Le bassin étant toujours plein d'eau, lorsqu'on ouvre et ferme les « portes, on ne pourrait guère découvrir ni arrêter les filtrations qui « peuvent venir par-dessous, par les côtés ou par le milieu des portes « busquées. Il en serait de même du calfatage, des radoubs ou du « changement de ces portes, ainsi que des réparations souvent néces- « saires aux radiers, aux bajoyers, etc. Toutes ces réparations ne pour- « raient être faites qu'avec le secours de batardeaux ou autres moyens « fort coûteux, difficiles à employer, et qui arrêteraient souvent les tra- « vaux les plus importants.

« Prévenu, par état et par l'expérience, de tous les inconvénients des « portes busquées à deux vantaux qui rendent, dans les ports où il n'y « a point de marée, l'usage des formes très-incertain, très-lent et fort « coûteux, j'ai imaginé un nouveau moyen de les fermer, qui n'expose « à aucun de ces inconvénients et qui offre au contraire beaucoup « d'avantages. »

« Le bateau-porte fait par M. Groignard avait deux quilles : c'étaient deux portes séparées par un flotteur; elles entraient dans deux rainures à la fois. Ce bateau-porte était dépourvu de stabilité, ce qui rendait son usage fort incommode. Il a été perfectionné par M. Pestel, directeur des constructions navales, qui lui a substitué une fermeture formée d'une seule porte proprement dite, s'engageant dans une seule rainure du bassin (1), et flanquée de deux flotteurs qu'on remplit d'eau quand on veut faire échouer le bateau-porte; on les vide à l'aide de pompes, quand on veut faire venir le bateau à flot pour le dégager de sa rainure.

« Le bateau-porte du bassin n° 3, qui a été projeté et exécuté par M. Bayle, ingénieur des constructions navales, quoique établi sur les

(1) On pratique plusieurs rainures dans l'entrée des bassins, afin de pouvoir éloigner ou rapprocher la fermeture, suivant la grandeur des navires à y placer, et par là réduire la quantité d'eau à pomper.

mêmes principes, diffère des deux autres en ce qu'il a été construit entièrement en fer, et qu'au lieu d'avoir simplement en élévation la forme d'un trapèze, il a celle de deux trapèzes superposés, forme qui est la conséquence de l'échancrure en élargissement, indiquée à la partie supérieure de l'entrée du bassin n° 3, afin de donner aux grands bâtiments à vapeur la faculté d'entrée sans démonter les rayons de la partie inférieure de leur roue.

« Cette construction en fer, qui a eu un plein succès, dispense du calfatage et de l'entretien qu'exigent toutes les constructions en bois. Il a cependant fallu ajouter, du côté de la quille et de tout le rebord qui appuie contre la pierre, une semelle en bois pour pouvoir y clouer le paillet ou garniture en tresse de fil avec suif, qui forme matelas et qui est nécessaire pour intercepter le passage de l'eau. »

On voit donc que l'invention des bateaux-portes est due à un ingénieur français; il en est de même de leur construction, qui a subi des perfectionnements successifs, et les portes des formes d'Alger, que nous allons décrire, peuvent être considérées comme le spécimen récent le mieux étudié dans toutes ses parties.

En se reportant à notre dessin d'ensemble pl. 6, on reconnaît très-bien le mode d'adaptation de cette porte, qui est indiquée par la lettre P aux deux formes; mais l'échelle ne nous permettait pas d'en montrer les détails de construction qui sont d'un grand intérêt, et auxquels se lient d'ailleurs les procédés de manœuvre pour mettre cette porte à sa place, ou l'en éloigner, en un mot, pour la mise en fonction même de l'ensemble de la forme.

Tel est le but de l'article actuel dans lequel nous nous attachons à faire ressortir les particularités remarquables de la construction du bateau-porte représenté pl. 20, et qui est celui appartenant à la plus petite des deux formes dessinées pl. 6.

CONSTRUCTION ET MANŒUVRE DU BATEAU-PORTE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 18, PL. 20.

Ensemble de la construction. — La fig. 1 est une élévation de face de cette porte, moitié en coupe longitudinale et moitié en vue extérieure;

La fig. 2 est une projection horizontale, aussi en partie extérieure et en coupe suivant la ligne 1-2;

La fig. 3 en est une élévation extérieure vue de bout;

La fig. 4 est une section transversale d'ensemble suivant l'axe 3-4;

Les fig. 5 à 18 représentent en détail les principaux organes de service, et différents assemblages des tôles et des cornières qui constituent la base de cette construction.

Les figures d'ensemble 1 à 4 permettent de reconnaître que cette

porte consiste, en quelque sorte, en un vaste panneau ayant la forme d'un trapèze régulier, comme l'emplacement qui lui est réservé à l'ouverture de la cale ou forme qu'elle doit clore, et dont les deux faces offrent des flancs conformés à la manière ordinaire des carènes; ses différentes sections horizontales ont, en effet, la figure d'un fuseau composé de quatre courbes symétriques; mais sa base et les deux côtés inclinés, qui prennent la désignation de quilles et d'étambots, ont une section rectangulaire régulière pour s'appliquer et former joint sur l'épaulement réservé en tête de la forme. Quant à la partie supérieure, elle forme un pont armé de garde-fous, pour circuler d'un quai à l'autre et pour la manœuvre.

Comme les carènes en fer, cette porte est formée d'un grand nombre de cintres *a* en cornières sur lesquelles sont appliquées des feuilles de tôle; l'ensemble constitue une capacité vide qui doit être suffisamment étanche pour empêcher les infiltrations de l'extérieur et retenir l'eau que l'on introduit pour la manœuvre dans des conditions que nous expliquons plus loin. Il est nécessaire de faire remarquer d'abord que l'intérieur est divisé, par des ponts ou cloisons horizontales, en plusieurs compartiments distincts qui ont des fonctions particulières dans l'ensemble des manœuvres par lesquelles on parvient à *couler* la porte en place et à l'en relever.

Premièrement, au-dessous du pont supérieur A se trouve une première capacité B, qui est la *caisse de surcharge,* au-dessous de laquelle se trouve une deuxième capacité C appelée *caisse étanche*, qui est, en effet, déterminée, d'abord par le fond de la caisse de surcharge, et ensuite par la cloison ou *pont étanche* D. Au-dessous de ce dernier pont, le vide est encore divisé en deux parties par le *troisième pont* E, dont l'objet principal est de soutenir l'écartement des deux parois, dans cette partie qui correspond au maximum du galbe.

La caisse de surcharge est en communication libre avec l'extérieur, par une ouverture disposée comme une écoutille et par laquelle on introduit l'eau destinée, en remplissant cette caisse, à immerger la porte. La caisse étanche C est percée, sur les deux faces, de quatre ouvertures circulaires ou *hublots* F, destinés, comme on le verra tout à l'heure, à laisser l'eau s'introduire dans cette caisse, lorsqu'on veut couler la porte, et lui permettre de s'en échapper pour l'opération contraire. Cette même caisse est traversée, de part en part, par quatre couloirs G, dont chacune des extrémités est armée d'une vanne à coulisse H; ces conduits, qui ne communiquent pas avec l'intérieur de la caisse, sont destinés à donner entrée à l'eau du large dans la forme, lorsqu'elle doit être, en effet, remplie pour la sortie du bâtiment qui s'y trouvait en chantier.

Enfin, et pour compléter cet aperçu, la porte est lestée au moyen de 64 tonnes de fonte en gueuse disposée dans la partie inférieure.

Il est, en effet, nécessaire, avant d'insister sur les détails, d'expliquer le fonctionnement de cette porte dont les dispositions ne seraient pas comprises sans cela. Lorsque la forme est ouverte, remplie d'eau et à niveau, par conséquent, avec le bassin à flot, la porte en est éloignée et en un certain point d'amarrage, comme un bateau ordinaire. Elle est donc flottante et émergée de toute la hauteur indiquée par le niveau *mn* (fig. 3 et 4), qui répond à une ligne de flottaison passant à 5 centimètres au-dessous de l'ouverture des hublots F, qui est elle-même au ras du pont étanche D : les hublots sont fermés, et la caisse de surcharge B ainsi que la caisse étanche sont complétement vides.

Lorsqu'on veut mettre la porte en place, pour fermer la forme et la mettre à sec, voici comment on opère :

Fermeture de la porte. — On fixe des cordes à des pitons *b* dont cette porte est munie, on la détache de son corps de mouillage, puis on l'amène devant l'ouverture de la forme en la présentant devant l'enclave, c'est-à-dire devant l'épaulement avec lequel elle doit joindre.

Toutes les vannes sont fermées.

Dans cette position, on ouvre les hublots du large, puis on commence à faire le *plein* de la caisse de surcharge B au moyen d'un conduit qui amène de l'eau d'un réservoir placé à terre.

Sous l'influence de la charge d'eau versée dans cette caisse B, la porte s'enfonce peu à peu, et il vient un moment où l'ouverture des hublots descend au-dessous du niveau de l'eau.

Alors, la porte continuant de baisser au fur et à mesure que la caisse de surcharge s'emplit, les hublots s'immergent complétement en laissant l'eau s'introduire dans la caisse étanche C dont l'air peut s'échapper par un petit tuyau qui s'élève à partir du fond de la caisse de surcharge.

Enfin, la porte s'abaissant au fur et à mesure de l'emplissage des deux caisses, elle finit par joindre exactement avec l'enclave, et l'opération est terminée. Dans cet état, elle se trouve immergée, suivant la hauteur indiquée par le niveau supérieur *m'n'*.

On compte une heure et demie pour couler la porte à sa place. Pendant l'immersion, trois hommes se tiennent sur le pont A et suffisent, par leur poids, en se déplaçant, pour maintenir l'horizontalité dans le cas où la descente ne se ferait pas régulièrement.

Une fois la porte mise en place, on peut épuiser la forme, après avoir préalablement fermé, en abaissant les vannes H, les couloirs G qui établissaient la communication avec le large, ainsi que les hublots intérieurs. Dès que la forme est à sec, on ouvre des robinets de purge *c* placés à la partie inférieure de la porte, et, bien entendu, du côté de la forme, afin de donner issue à l'eau qui aurait pu, par quelques fuites, s'introduire dans cette partie. Inutile d'ajouter que la porte est maintenant fortement amenée à joint sur l'épaulement, par la pression de l'eau agissant sur sa face opposée à la forme.

Ouverture de la porte. — L'ouverture de la porte, ou mieux de la forme, est naturellement précédée de la rentrée de l'eau dans cette dernière.

Pour procéder à cette manœuvre, les robinets de purge *c* étant fermés, on lève les vannes H, et l'eau du large, passant par les couloirs G, s'écoule dans la forme. Lorsque le niveau est établi et que la pression latérale est, par conséquent, nulle, on ouvre un robinet *d* placé près du fond de la caisse de surcharge et qui permet à l'eau que cette caisse contient de s'écouler; on ouvre aussi le robinet du conduit d'air en rapport avec la caisse étanche C.

La porte, allégée par la vidange de la caisse de surcharge, commence à s'élever; les hublots du large, qui sont maintenus ouverts depuis l'immersion, permettent aussi à l'eau contenue dans la caisse C de s'écouler en se mettant d'accord avec le niveau extérieur; bientôt ces hublots sont eux-mêmes émergés, et la caisse C peut se vider à fond; la porte est enfin complétement relevée et revenue à la hauteur de flottaison du niveau *mn*.

Ces opérations sont véritablement remarquables par leur simplicité et la faible main-d'œuvre qu'elles nécessitent. En dehors de ce que nous venons d'expliquer, il ne resterait qu'à dire quelques mots d'une pompe I installée sur le pont A et qui n'a d'autre application que de servir, comme pompe de cale, à épuiser les eaux introduites accidentellement dans les compartiments inférieurs.

Cette pompe est représentée en détail et à une grande échelle, fig. 5.

Elle est en bronze et composée d'un corps cylindrique boulonné avec une cloche inférieure I′, renfermant le clapet de pied en champignon *e*. A la tubulure appartenant à cette cloche est raccordé un tuyau en cuivre *f*, qui traverse les planchers par des garnitures étanches et descend jusque dans la cale.

Le piston J, qui est muni d'un clapet à charnière *g*, porte un étrier par lequel il est rattaché à la bielle K, qui est assemblée avec la brimbale L; ce levier est articulé sur une console de la même pièce que le corps de pompe qui porte aussi le bec ou dégorgeoir *h*, par lequel s'écoule l'eau soulevée par le piston.

Accessoires de service et détails de construction. — Les fig. 6 à 8 représentent en détail l'une des vannes H dont nous avons expliqué la fonction, et qui consiste à régler l'ouverture ou la fermeture des couloirs G, par lesquels on laisse l'eau du large entrer dans la forme lorsqu'il s'agit de la mettre à flot. Ces vannes sont formées, comme on le voit, d'un tiroir en *fonte* H glissant en coulisse sur un châssis dressé H′, qui se boulonne directement sur la paroi extérieure de la porte.

Ce tiroir porte deux oreilles pour l'assemblage d'une tige *i* qui s'élève jusqu'au pont A, et traverse, par sa partie taraudée, un écrou *j*, lequel est forgé avec un étrier qui est lui-même surmonté d'une

tige à poignée *k* à l'aide de laquelle on fait manœuvrer la vanne. La fig. 8 montre que le tiroir H forme coin dans les deux coulisseaux latéraux; mais il est limité, dans sa descente, par une partie de coulisse *l* fixée sur la traverse inférieure du châssis.

Les figures 9 et 10 sont les détails d'un hublot F.

On reconnait que cette pièce est simplement composée d'un siége ou lunette F′, avec lequel est monté à charnière le tampon de fermeture F. La jonction du tampon sur la lunette a lieu par une rondelle de caoutchouc *o* incrustée dans le tampon, et le serrage se fait à l'aide de l'écrou à poignée *p*.

Nous n'avons pas encore parlé de deux puits M qui sont constitués au moyen de tubes en tôle partant du pont supérieur, et qui débouchent dans le compartiment situé au-dessous du pont étanche D. Dans ces puits sont disposés des échelons qui permettent de descendre sur le pont E dans lequel sont ménagés des trous d'homme pour donner accès dans la cale.

On peut de même s'introduire dans la caisse étanche par des ouvertures ordinairement closes, et qui sont réservées sur le pont A et sur le fond de la caisse de surcharge, dans la position indiquée par le cercle ponctué N, fig. 2.

Les détails de la construction en tôle et fer d'angles qui constituent l'ensemble de cette porte seraient difficiles à expliquer de point en point. Nous avons dû nous borner à reproduire, à l'échelle de 1/20 de l'exécution, les principaux assemblages dont on se rendra facilement compte à l'aide des fig. 11 à 18.

Les fig. 11 et 12 représentent, en sections verticale et horizontale, une portion de la quille;

Les fig. 13 et 14 représentent, dans les mêmes conditions, une portion de l'un des étambots qui forment, avec la quille, ce bord rectangulaire par lequel la porte joint dans l'enclave de la forme;

Les fig. 15 et 16 sont les détails, en sections transversale et longitudinale, d'un raccord de pont étanche D avec l'une des parois de la carène;

Enfin, les fig. 17 et 18 montrent, suivant la même disposition, l'assemblage du pont inférieur E avec la même paroi.

Quant au pont A qui recouvre la porte, il est formé de madriers reposant transversalement sur les cornières qui bordent la caisse de surcharge, et sur deux longrines ou bordages en bois *q* supportés par des consoles en fer *r* fixés aux parois de la carène. C'est avec ces longrines que sont boulonnés les montants *s* de la balustrade.

Voici le tableau des échantillons de tôles de fer employées dans la construction de cette porte :

Tôles	du T des 2e et 3e ponts, dans la partie mitoyenne.	19 mill.
»	du T du 3e pont, à la suite du T, de 19 mill.	18
»	du T du 2e pont, à la suite du T, de 19 mill.	17
Tôles	du T du 3e pont, à la suite du T, de 18 mill.	15
»	du T du 2e pont, à la suite du T, de 17 mill.	14
»	de l'âme du 3e pont, au milieu, sur le tiers de sa longueur; et T du 3e pont, à la suite du T, de 15 mill.	12
Tôles	du bordé du bâtiment, depuis la quille jusqu'au 3e pont; T	
»	du 3e pont, à la suite du T de 12 mill., et T du 2e pont, à la suite du T de 14 mill.	10
Tôles	des plaques, de la quille et âmes de ses carlingues.	10
»	des âmes, des membranes et des barreaux, jusqu'au 2e pont.	10
»	des âmes du 2e pont, au milieu, sur le tiers de la longueur. .	10
»	de l'âme du 3e pont, à la suite de l'âme de 12 mill., sur le 1/6 de la longueur.	9
Tôles	du bordé du 3e pont au 2e.	8
»	des âmes du 3e pont, aux deux extrémités, sur le 1/6 de la longueur.	8
Tôles	de l'âme du 2e pont, aux deux extrémités, sur le 1/3 de la longueur.	8
Tôles	des 14 plaques horizontales des étambots, à partir de la quille.	8
»	des âmes des membranes, et des barreaux du 2e pont à la partie supérieure.	8
Tôles	du T du pont, à la suite du T de 10 mill.	8
»	du bordé du 2e pont, à l'origine de la partie cylindrique. . .	6
»	des âmes des montants des 2e et 3e ponts.	6
»	des 6 dernières plaques des étambots.	6
»	du bordé de l'origine de la partie cylindrique à la partie supérieure.	6
Tôles	du pont supérieur et caisse à eau; consoles de la passerelle. .	6
»	de la cheminée du trou d'homme du pont étanche.	6
»	du couloir de vannes.	6

Cornières	du T du 3e pont.	100 sur	100
Cornières	du T du 2e pont.	90	90
Cornières	de membrure entre la quille et le 3e pont.	100	100
»	de la membrure entre le 3e pont et la partie supérieure.	80	80
Cornières	des plaques de la quille et des plaques des étambots	75 sur 75 et 8 mill. d'ép.	
Cornières	des montants du 3e pont.	75 75 8	
»	des montants du 2e pont.	60 60	
»	de la caisse de surcharge et des vannes.	60 66 5	
Fer à simple T des barreaux des membranes entre les ponts.		» 50 50	

Dimensions principales. — Notre dessin indiquant toutes les dimensions principales de la porte, nous n'avons donc plus qu'à mentionner celles qui sont relatives aux fonctions générales de l'appareil.

Les grandes dimensions périmétriques correspondent à l'ouverture de la forme, plus une portée de 40 centimètres de largeur en rapport avec l'épaulement de l'enclave, et qui est exprimée par ce contour à section rectangulaire comprenant la quille et les deux étambots.

C'est, en somme, un trapèze ayant les dimensions suivantes :

Grande base.	20 m.	800.
Petite base.	16	750.
Hauteur.	8	100.

La largeur maxima, sur la section du maître bau, est de 3 mètres, et cette section, devenant cylindrique à partir des vannes, est réduite à 1 m. 50 de largeur.

L'épaisseur de la quille et des étambots est de 0 m. 50.

La porte étant flottante et émergée, par conséquent, depuis le niveau *mn*, son tirant d'eau est de 4 m. 95 et elle déplace, dans cette situation, 145 m. cubes. Il faut donc en conclure qu'y compris ses 64 tonnes de lest, et en tenant compte de la densité particulière de l'eau de mer, elle pèse environ 149,000 kilog.

Cependant il suffit environ des deux premiers mètres cubes d'eau versés dans la caisse de surcharge pour abaisser la porte des 5 centim. dont le pont étanche et les hublots sont élevés, à l'état flottant, au-dessus de la flottaison *mn*. L'immersion totale est de 1 m. 90 de hauteur.

Malgré l'exiguïté apparente des quatre couloirs G à l'aide desquels on remplit la forme, cette opération n'exige que fort peu de temps, comme il est aisé de s'en convaincre par le calcul approximatif suivant.

La porte étant en place, la charge d'eau sur le centre des couloirs, considérés comme orifices de dépense, est de 45 centimètres : ils ont 35 centim. de hauteur sur 50 de large, et représentent ensemble, par conséquent, un orifice rectangulaire de 2 m. de largeur.

Comme la contraction est faible, vu la longueur de ses conduits, nous adopterons, pour le coefficient de réduction de la dépense, 0,90, et, conformément au mode de calcul employé en pareille circonstance, nous opérons ainsi pour déterminer le volume d'eau, en mètres cubes, que ces quatre couloirs, les vannes entièrement levées, peuvent débiter par chaque seconde :

$$D = l\,h\sqrt{2\,g\,H}\,m$$

$$\text{d'où } D = 2^{m} \times 0^{m},35 \times \sqrt{19,62 \times 0^{m},45} \times 0,9 = 1^{mc},872.$$

Or la petite forme, à laquelle appartient cette porte, peut être représentée assez sensiblement par un prisme de 70 m. de longueur ayant

pour base un trapèze de 7 m. de hauteur et une largeur moyenne de 17 mètres. Ce volume est équivalent à 8,330 mètres cubes. Par conséquent, pour emplir la forme, et même sans tenir compte du tonnage du bâtiment qu'elle renferme, il n'est nécessaire que du temps suivant :

$$\frac{8330^{mc}}{1^{mc},872 \times 3600''} = 1^{h},23.$$

Soit, environ, une heure et un quart pour l'emplissage de cette forme supposée complétement vide.

Dans un prochain article, nous donnerons la description des machines d'épuisement.

OUTILLAGE DES FORGES

MACHINE A LAMINER LES BANDAGES DE ROUES

POUR VÉHICULES DE CHEMINS DE FER

Par MM. LE BRUN et LÉVÊQUE, constructeurs de machines à Creil

(PLANCHE 21)

La fabrication des roues pour les véhicules de chemins de fer a subi depuis l'origine de nombreuses transformations, et s'il nous fallait décrire tous les systèmes proposés, depuis la roue à rais entièrement en fonte jusqu'à la roue pleine en fer forgé d'une seule pièce, il nous faudrait consacrer à cette étude un texte très-volumineux et un grand nombre de planches. De tous ces systèmes il n'est resté dans le domaine de la pratique que quatre ou cinq types, perfectionnés surtout au point de vue de leur construction.

Dans une roue de chemin de fer, quel que soit son mode de construction, l'une des parties principales est son *bandage* ou cercle extérieur qui frotte sur le rail, et qui sert, au moyen du boudin saillant dont il est pourvu, à empêcher la machine ou le wagon de dérailler lorsqu'il se déplace accidentellement sur la voie ou qu'il franchit des courbes de petit rayon.

On voit donc que dans une roue c'est son bandage qui est assujetti en marche au frottement permanent sur le rail; or, son usure serait rapide si l'on n'avait le soin de choisir pour sa confection soit du fer au bois de première qualité, travaillé, soudé et étiré au marteau ou au laminoir, soit du fer dur et aciéreux ou de l'acier fondu ou puddlé; des soins particuliers sont aussi nécessaires pour son montage et sa fixation sur la jante de la roue.

Depuis quelques années, grâce à l'initiative de quelques maîtres de forges et en première ligne de MM. Petin et Gaudet, cette fabrication a

fait de grands progrès, qui sont dus principalement à des dispositions spéciales de machines puissantes et à de nouveaux procédés d'enroulement des anneaux ou rondelles, qui permettent d'obtenir des *bandages sans soudure* en fer ou en acier corroyé.

Sans entrer dans les détails de fabrication du bandage proprement dit, puisque notre but n'est ici que de donner la description d'une nouvelle *machine à laminer,* nous dirons cependant, d'une façon sommaire et générale, comment se prépare la rondelle que cette machine est destinée à agrandir, afin de l'amener au diamètre et à la forme exigée pour un bandage de roue.

Plusieurs méthodes ont été proposées; mais la plus justement célèbre est celle de MM. Petin et Gaudet, qui consiste dans la préparation au laminoir d'une barre de fer méplat ayant la longueur et le poids nécessaires, et qui, en sortant de la dernière cannelure, est enroulée de champ en spirale sur un mandrin circulaire, comme un ressort à boudin dont toutes les spires seraient entièrement rapprochées.

Cette bague ou rondelle, transportée au four à réchauffer, est ensuite soumise, dans une étampe de forme appropriée, à l'action d'un puissant marteau-pilon, qui le soude dans toutes ses parties et lui donne la forme du bandage, mais plus fort comme épaisseur et d'un diamètre moindre.

Ce bandage ébauché est soumis dans cet état à l'action d'un laminoir exact, finisseur qui agrandit le diamètre du cercle et lui donne la forme, uni intérieurement et renflé d'un côté à l'extérieur, pour former le boudin.

Ce sont les dispositions spéciales de ce laminoir ou *machine à laminer,* employée pour cette dernière opération, que nous nous proposons d'examiner.

A l'origine, les bandages étaient livrés par les forges, bruts et en barres droites, aux ateliers de chemins de fer où ils étaient cintrés, soudés et mandrinés au diamètre convenable. La machine à cintrer n'était autre alors qu'un plateau en fonte percé de trous, et garni d'un mandrin représentant en plein le vide du bandage une fois cintré. L'une des extrémités de la barre droite était calée contre le mandrin, et au moyen de pinces et de grands leviers prenant leur point d'appui dans les deux plateaux, on rabattait la barre contre la circonférence du mandrin.

Ainsi cintré, le bandage était porté à la forge à souder, où les deux extrémités refoulées et rapprochées étaient portées au blanc suant, puis soudées au marteau à main à l'aide de coins; enfin, chauffé à nouveau, il était placé sur un mandrin qui assurait l'exactitude de son diamètre pendant son refroidissement.

On perfectionna ensuite ce système en faisant usage d'un levier à galets, mobile autour du centre même du mandrin, et on fit celui-ci à

extension variable au moyen de six segments s'ouvrant au moyen d'un coin.

On abandonna bientôt ce procédé encore trop primitif pour faire usage d'une machine spéciale à cintrer, sorte de laminoir à trois galets horizontaux et à écartements variables; l'un recevant la commande par une transmission de mouvement, et les deux autres servant de guides à l'enroulement. Ce système de machine, qui eut pour résultat d'apporter une économie très-appréciable dans la main-d'œuvre, en même temps qu'une perfection notable dans la fabrication, fut installé par M. C. Polonceau aux ateliers d'Ivry, de la Compagnie d'Orléans, et chez MM. Buddicum et Cᵉ, à Sotteville-lès-Rouen; l'Annuaire de 1851 de la Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers, et les Mémoires de la Société des ingénieurs civils de 1852, en donnent chacun un dessin.

C'est l'usage de ces premières machines, qui, en même temps qu'elles cintrent la barre, la lamine dans une certaine proportion relative, a donné la pensée de la fabrication des bandages dits *sans soudure,* lesquels, préparés, comme nous l'avons dit, au marteau-pilon, sont ensuite laminés par des machines spéciales, qui ont en principe beaucoup d'analogie avec les machines à cintrer ou calibrer dont nous venons de parler.

Il existe plusieurs dispositions de laminoirs à bandage sans soudure, mais ils ne diffèrent entre eux que par des détails de construction, si ce n'est pourtant ceux qui agissent comme les laminoirs ordinaires à fer ou à tôle à axe horizontal, disposés tout spécialement comme le sont ceux de MM. Petin et Gaudet, qui portent, en dehors de l'une des cages, des galets armés de joues, comprenant entre eux une cannelure suivant la forme du bandage.

Mais le plus généralement, dans les autres forges françaises et étrangères, ce sont les machines à laminer à axe vertical, du système adopté par MM. Le Brun et Lévêque, représenté pl. 21, qui paraissent recevoir de plus nombreuses applications.

Nous citerons, comme s'étant tout parculièrement occupés de perfectionner les machines à laminer les bandages, M. G. Renard, qui prit un brevet le 27 janvier 1848; M. Festugière, breveté le 7 décembre de la même année (1); M. Stehelin, à Bitschwiller, breveté du 6 avril 1849 (2); M. Bodmer, à Paris, breveté du 26 février 1850 (3). Dans le vol. XVII du *Génie industriel,* nous avons donné le dessin de la machine à cintrer, mandriner et calibrer de M. Bertsch, à Reichskoffer, qui a fait le sujet d'un brevet en date du 4 novembre 1852; en novembre 1853, M. Dese-

(1) Ce brevet est publié dans le tome XIV des brevets pris sous le régime de la de 1844.

(2) Publié tome XV dudit recueil.

(3) Publié tome XVIII.

vasques, à Saint-Chamond, a un brevet pour des procédés de bandages de roues à l'aide d'un laminoir à axe horizontal (1); le 26 avril 1854, MM. Dormoy et Champeaux, à Paris, se faisaient breveter pour un nouveau laminoir circulaire (2). Cette même année, deux brevets furent encore pris pour des procédés particuliers de fabrication de bandages : l'un, le 28 octobre, par M. Renard, à Paris (3); l'autre, le 6 décembre, par MM. Russery et Lacombe, à Rive-de-Gier (4).

Dans l'Annuaire de 1864 de la Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers, M. Alf. Chenot aîné a donné le dessin de deux machines anglaises à laminer : l'une de M. Rowan, de Glascow, est une machine dite à *dégrossir* à axe vertical, à mandrin rotatif et à un seul galet lamineur; l'autre est une machine à *dégrossir et à finir*, de M. Heptinstall, à axe horizontal, dont plusieurs spécimens fonctionnent, paraît-il, chez MM. Brown à Rotherham, près Sheffield; chez MM. Naylor et Vickers; chez M. W. Butcher et Ce, de Sheffield, etc.

D'après un article de M. A. Tylor du *Practical Mechanic's*, traduit dans les *Annales du Conservatoire*, il y avait à l'Exposition universelle de Londres, en 1862, deux excellentes séries d'échantillons de bandages en acier fondu : celle de M. Krupp, d'Essen, et celle de MM. Naylor et Vickers, de Sheffield.

« Le procédé de ces derniers, est-il dit, bien plus expéditif que le procédé allemand est, par suite, moins coûteux. A Sheffield, le métal de plusieurs creusets, contenant environ 900 kilogrammes chacun, est réuni dans une poche et versé dans un moule en sable, revêtu avec un mélange spécial d'argile et de sable; il forme un anneau d'environ $0^m,114$ d'épaisseur.

« MM. Naylor font usage d'une machine construite par M. Creighton, de Manchester (qui est celle à dégrossir et à finir du système Heptinstall, dont il a été question plus haut), pour laminer ces anneaux en bandages. Les cylindres en sont petits et tournent verticalement; ils sont maintenus par des pièces épaisses formant la partie supérieure du bâti, et disposés à droite et à gauche du milieu de la machine, deux paires de cylindres d'un côté et trois cylindres de l'autre.

« En passant entre les deux paires de cylindre placés à différentes distances, le bandage est réduit à une épaisseur d'environ $0^m,038$. Il est alors réchauffé et porté à la partie droite de la machine, où se trouvent les trois cylindres disposés en triangle. L'un d'eux a un axe fixe, tandis que ceux des deux autres sont mobiles. Ces derniers sont graduellement disposés par rapport au cylindre fixe au moyen de vis, de manière à fournir une courbe convenable pour chaque accroissement de diamètre

(1) Publié dans le tome XXXIII des brevets pris sous le régime de la loi de 1844.
(2) Publié tome XXXIX dudit ouvrage.
(3) Publié tome XLII.
(4) Publié tome XLIII.

du bandage. Le diamètre augmente en raison de la diminution de l'épaisseur; et, par cette disposition, la forme circulaire est toujours obtenue, quelles que soient les dimensions du bandage.

« La machine pèse environ 50 tonnes; les bandages d'acier fondu coûtent à peu près trois fois le prix de ceux faits avec le meilleur fer du Yorkshire, et ceux provenant des établissements de M. Krupp sont encore plus coûteux, par suite des frais qu'entraîne un procédé d'ailleurs excellent, lequel consiste à former un lingot d'acier fondu, qui est forgé suivant une forme méplate arrondie mais allongée, dans lequel sont percés au foret ou au découpoir vers les extrémités, à travers toute son épaisseur, deux trous d'environ 5 cent. de diamètre. Une fente est pratiquée pour les réunir, puis le bloc est chauffé et ouvert de manière à former un anneau d'acier fondu, qui est laminé ou forgé au marteau, de manière à former le bandage. »

A l'usine de Stefanau, en Moravie, M. Fehland, de Brunswick, a établi un laminoir à bandage sans soudure, du système à axe vertical, dans lequel la pression du galet extérieur, au lieu d'être produite par un moteur à vapeur, comme dans la machine de MM. Le Brun et Lévêque, est exercée au moyen d'une presse hydraulique horizontale disposée pour desserrer très-rapidement.

Nous arrêtons ici cet aperçu historique, qui peut déjà faire apprécier combien ces machines à laminer les bandages ont été étudiées, et nous le compléterons par un examen par ordre chronologique des brevets pris de 1844 à 1865 sur la matière; mais avant nous allons décrire en détail le laminoir finisseur représenté pl. 21, construit à Creil dans les ateliers de MM. Le Brun et Lévêque, et qui fonctionne maintenant aux forges de Montataire.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A LAMINER LES BANDAGES DE ROUES

REPRÉSENTÉE PAR LES FIGURES DE LA PL. 21.

La fig. 1 est un plan général vu en dessus de cette machine;

La fig. 2 en est une section verticale et longitudinale passant par l'axe des arbres des transmissions de mouvement;

La fig. 3, une section transversale faite suivant la ligne 1-2 du plan.

Ces figures d'ensemble sont dessinées à l'échelle de 1/50 de l'exécution.

Les fig. 4, 5, 6 et 7 représentent, en sections verticales et en plans, les galets-lamineurs et l'un des galets-guides dessinés à une échelle double des figures précédentes, c'est-à-dire au 1/25.

Disposition générale. — On remarquera tout d'abord que, pour faciliter le service de cette machine, les constructeurs ont établi tout le mécanisme de la transmission de mouvement au-dessous du sol, à l'intérieur d'une fosse en maçonnerie, sur le plancher de laquelle est solide-

ment boulonnée la plaque d'assise en fonte A, qui relie les quatre montants verticaux A′, lesquels s'élèvent jusqu'au niveau du plancher de l'usine pour supporter la plaque supérieure B servant de table à la machine.

Cette table n'a que 50 centimètres d'épaisseur, et les galets-lamineurs ainsi que les galets-guides sont montés presque à fleur de son niveau supérieur, de façon que le tout se trouve peu élevé, et, par suite, les manœuvres nécessaires pour l'introduction du bandage entre les galets, puis son enlèvement, lorsqu'il est arrivé au diamètre voulu, peuvent s'effectuer promptement et sans difficulté.

L'action du laminage proprement dit a lieu entre les deux galets *c* et *c′*, clavetés au sommet des deux arbres verticaux C et C′; le premier repose, par sa partie inférieure, sur un grain d'acier encastré dans le fond de la crapaudine *a*, monté dans une cuvette fondue avec la plaque d'assise, et qui est munie d'un coin avec vis de serrage *a′* permettant de régler bien exactement la hauteur de l'arbre, ou, au besoin, de compenser l'usure du pivot.

Cet arbre est, en outre, maintenu par deux larges collets en bronze *b* et *b′*, l'un ajusté dans l'épaisseur de la table B et l'autre dans un support intermédiaire D, relié, d'un bout, à l'un des montants, qui, à cet effet, est fondu en deux pièces, et, du bout opposé, à une traverse D′, boulonnée aux deux autres montants placés perpendiculairement au premier. Pour éviter le soulèvement de l'arbre pendant le laminage, une forte bague en fer *d* a été clavetée au-dessous de la table.

Le second arbre parallèle C′ est monté de la même façon que le premier, et tourne comme lui dans une crapaudine *e* et entre un collet en bronze *e′*, mais les deux châssis en fonte E et E′, dans lesquels sont ajustés cette crapaudine et ce collet, peuvent se déplacer simultanément au moyen d'un mécanisme spécial, afin de pouvoir éloigner ou rapprocher bien parallèlement cet arbre C′ de celui C, et, par suite, laisser un espace plus ou moins grand entre les deux galets-lamineurs *c* et *c′*.

A cet effet, les deux châssis E et E′ peuvent glisser dans leurs supports, qui sont dressés intérieurement pour former coulisseaux, conjointement avec des plaques rapportées *f* (fig. 1), fixées au moyen de vis à tête fraisée; ils sont, en outre, taraudés, pour recevoir les vis à filets carrés F et F′, montées dans la tête des supports de façon à pouvoir tourner librement, mais sans se déplacer dans le sens de leur axe, de sorte que ce sont les châssis qui sont forcés de se mouvoir quand on fait tourner les vis.

La simultanéité du mouvement communiqué à celle-ci, pour assurer le parallélisme des arbres C et C′, est obtenue par la combinaison des roues G et G′ qui engrènent avec un même pignon *g* auquel le mouvement est transmis.

Moteur annexe. — Comme l'effort à exercer pour faire mouvoir les

deux châssis doit être assez considérable, surtout lorsqu'il s'agit de rapprocher les galets-lamineurs, afin d'amener le bandage à l'épaisseur voulue, les constructeurs ont appliqué un petit moteur à vapeur annexe, qui attaque directement l'arbre g' du pignon de commande g.

Lors de l'installation de cette machine, on avait, en outre, appliqué sur l'arbre g', comme l'indique notre dessin, une grande roue H que l'on commandait par le petit pignon h, dont l'arbre horizontal, supporté par le petit bâti de treuil H', était actionné à bras d'homme au moyen du volant à manettes h'.

Depuis, l'expérience a fait reconnaître que cette commande à bras n'était pas nécessaire, et la machine à vapeur seule est restée; seulement, au lieu d'être à un seul cylindre, comme celle que nous avons représentée, elle est à deux cylindres, et on a accouplé les deux manivelles motrices sur l'arbre g', ce qui a permis d'obtenir, avec un plus grand effort, une continuité de mouvement plus assurée en croisant, par l'accouplement, les points morts des manivelles.

Ce petit moteur à vapeur annexe est d'une construction très-simple; il est à cylindre oscillant avec distribution au moyen d'un secteur à coulisse, qui permet de régler l'introduction de la vapeur et les changements de marche en avant et en arrière avec une aussi grande facilité qu'avec la coulisse de Stephenson.

Cette petite machine motrice est, du reste, semblable à celle que M. Le Brun a appliquée à la grue à vapeur que nous avons publiée dans le vol. XI de ce Recueil; seulement ici le cylindre I est renversé, afin que la tige i de son piston puisse venir s'attacher directement à la manivelle motrice i'. L'arrivée de la vapeur dans la boîte de distribution j a lieu par le tuyau j', qui est assemblé avec la bride du tourillon de gauche du cylindre, et la bride de droite reçoit le tuyau d'échappement k.

Le fond du couvercle du cylindre est fondu avec un guide I', dans lequel est engagée la tête de la tige du tiroir de distribution, laquelle est munie d'un goujon avec bague en cuivre destinée à glisser dans la coulisse k' (fig. 2 et 8), montée sur un axe qui est relié, par une traverse et les petites colonnettes l, à l'un des paliers recevant les tourillons du cylindre.

Sur l'axe de la coulisse k' est fixé le levier à poignée l', qui sert au machiniste à changer la position de ladite coulisse, afin de modifier à son gré la distribution, soit pour faire tourner l'arbre g' dans le sens du serrage des vis F et F', soit en sens inverse, pour amener l'éloignement des galets-lamineurs, soit enfin pour faire cesser le fonctionnement du moteur.

Dans ce dernier cas, le levier à manettes l' est horizontal (position indiquée fig. 8); alors le tiroir de distribution ne laisse plus pénétrer la vapeur dans le cylindre, puisque le centre de la coulisse se trouve juste dans l'axe du cylindre, et que, par son oscillation, l'arc de cercle, décrit

par la tête de la tige du tiroir, se trouve être exactement le même que celui de la coulisse fixe; mais si on change la position relative de celle-ci, soit à droite, soit à gauche, l'excentricité produit le déplacement nécessaire au mouvement du tiroir, qui débouche alors les orifices d'introduction de la vapeur en dessus et en dessous du piston.

Voici les principales dimensions de ce moteur estimé pour chaque cylindre à la force de 6 chevaux :

Diamètre du piston.	0m,220
Course dudit.	0m,400
Diamètre de la tige.	0m,050
Diamètre du tuyau d'arrivée de vapeur. .	0m,040
Diamètre du tuyau d'échappement. . . .	0m,050

Nous avons décrit les dispositions du bâti et celles des arbres portant les galets-lamineurs, puis expliqué comment s'obtenait le serrage énergique nécessaire à la réduction du bandage, il nous reste maintenant à faire connaître comment le mouvement est communiqué à ces galets-lamineurs, et la relation des *galets-guides* coopérant avec les *rouleaux conducteurs* à l'achèvement du bandage.

Mouvement du laminoir. — L'arbre horizontal K, supporté par les deux paliers K′, reçoit le mouvement du moteur de l'usine et le transmet, par la forte paire de roues d'angle L et L′, à l'arbre vertical C, qui porte à son sommet le galet *c*. Celui-ci est le *lamineur* proprement dit, et présente extérieurement la forme que doit avoir le bandage intérieurement, c'est-à-dire une partie droite avec une petite gorge intérieure, du côté du boudin, pour allégir d'autant, à cet endroit fortement renflé, l'épaisseur du métal. (Voy. fig. 2 et 4.)

Le galet voisin *c′* est le *presseur;* il forme la contre-partie du précédent, en présentant sur sa circonférence exactement la configuration extérieure du bandage, dont le profil est une partie inclinée de 1/20e, raccordée, d'un côté, avec le boudin, et, de l'autre, avec un chanfrein. L'épaisseur du bandage, qui peut varier de 0m,40 à 0m,60, se trouve naturellement déterminée par l'écartement circonférentiel du lamineur et du presseur. Ce dernier n'est pas commandé, il tourne librement avec son arbre, entraîné par la friction du bandage, qui frotte et se moule sur sa périphérie.

Galets-guides. — Ces galets *m*, au nombre de quatre, ont, comme le galet presseur, le profil que doit avoir le bandage achevé; ils sont montés librement, chacun respectivement, sur un petit arbre en fer *m′* (fig. 6 et 7) fixé entre les branches d'un support arqué M, qui est fondu avec un patin à rebords dressés.

La forme de ce patin correspond à celle intérieure des quatre bras B′, fondus avec la table B pour les recevoir et pourvus de plaques *n*

formant glissière, qui y sont encastrées et fixées par des vis à tête fraisée dans l'épaisseur du métal.

Ainsi ajusté, chaque patin, sous l'impulsion de la vis à filets carrés N, que traverse l'écrou en bronze *n'* (fig. 3 et 6), peut aisément glisser dans toute la longueur des bras, ce qui permet de rapprocher ou d'éloigner à volonté les galets-guides du galet-lamineur et, par suite, de les disposer de façon que le bandage *x*, soumis au laminage, vienne tangentiellement s'appuyer et rouler sur leurs circonférences, qui, ainsi, servent de guides et de limites à son extension. Les quatre vis N se manœuvrent, du reste, indépendamment les unes des autres à l'aide des volants à manettes N' fixés à leur extrémité.

Rouleaux-conducteurs. — Pour que le bandage ne se soulève pas pendant son laminage, faciliter son mouvement de rotation dans un plan bien horizontal et en même temps assurer la rectitude de ses bords, il est engagé entre deux rouleaux horizontaux P et P' ; celui inférieur repose sur des coussinets en bronze encastrés dans l'épaisseur de la table, et il reçoit de l'arbre moteur, par l'intermédiaire de la roue R et du pignon R', un mouvement de rotation continu dont la vitesse est calculée pour correspondre à sa circonférence avec celle de développement du cylindre lamineur.

Le rouleau supérieur P' peut tourner librement dans ses coussinets, et est maintenu en pression par deux vis *p*, encastrées dans les chapeaux desdits coussinets, et dont le serrage est effectué à l'aide des clefs à quatre poignées *p'*. L'une de ces vis traverse le chapeau du palier de devant S, et l'autre l'oreille d'une pièce en fer S', montée sur le bout de l'arbre central C, laquelle, pour plus de rigidité, vient embrasser, au moyen d'une fourche forgée avec elle, le bout de l'arbre parallèle C'.

Service de la machine. — Le bandage, dégrossi au marteau-pilon et réchauffé, est porté à la machine et engagé entre les deux galets *c* et *c'*.

Préalablement le galet presseur a été écarté, et la pièce à fourche S' a été soulevée à l'aide d'un palan et d'un crochet que l'on engage dans un trou dont cette pièce est munie; on a aussi dégagé le rouleau supérieur P', en le faisant glisser dans les coussinets de son support S.

Le bandage introduit, la pièce S' est remise en place ainsi que le rouleau P', que l'on arrête dans cette position au moyen du petit levier à main *s* (fig. 1 et 3), qui s'engage dans une gorge ménagée à cet effet à l'extrémité dudit rouleau.

On embraye alors la poulie qui communique le mouvement du moteur à l'arbre K, et le galet-lamineur *c* se met à tourner en entraînant le bandage, aidé dans ce mouvement par le rouleau P, qui est commandé, comme on l'a vu, par les roues R et R'. Ce rouleau est creux afin de pouvoir y introduire de l'eau froide destinée à empêcher un trop grand échauffement, résultant de son contact permanent avec le bandage chauffé au rouge.

En même temps que tourne le galet *c* on donne la pression par le rapprochement progressif du galet *c'*, en faisant fonctionner le moteur annexe, jusqu'à ce que le bandage soit arrivé à la limite d'épaisseur voulue et au diamètre déterminé circonscrit par les galets-guides *m*, et correspondant à la quantité de métal dont la rondelle a été formée; aussitôt après la pièce à fourche *s* est enlevée, ainsi que le rouleau P' et, le presseur *c'* desserré, on retire le bandage qui est immédiatement porté sur un mandrin à segments, et immergé dans une cuve d'eau pour amener son prompt refroidissement.

Telles sont les dispositions de cette machine qui, en outre de ses combinaisons, présente comme construction une importance réelle par son volume et par son poids, car elle n'exige pas moins pour son installation de 9 à 10 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur, et le poids total, y compris le moteur annexe pour le serrage, mais sans le moteur principal, est de 95 à 100,000 kilogrammes.

Voici comment ce poids se trouve réparti entre les diverses pièces dont la machine est composée :

FONTE.

1	plaque supérieure, côté des vis	10,000	kilogr.
1	plaque supérieure, côté du laminoir vertical	9,070	
1	coulisseau du grand galet mobile	1,400	
4	coulisseaux des galets-guides à col de cygne	2,440	
2	barres coulisses du grand galet mobile	510	
8	barres coulisses des galets-guides	1,820	
1	chapeau de la cage	106	
1	cage du laminoir vertical	410	
1	coussinet du laminoir servant de coulisseau	79	
1	chapeau du palier de la demi-plaque supérieure	67	
1	coussinet de l'arbre horizontal en fonte du laminoir vertical (palier extrême)	41	
2	demi-coussinets de l'arbre horizontal en fonte du laminoir vertical (palier intermédiaire extrême)	106	
1	galet (grand) mobile	525	
1	galet (grand) fixe	523	
1	arbre horizontal en fonte creux du laminoir vertical	630	
4	galets-guides	632	
2	bâtis du treuil à main	142	
2	chapeaux des bâtis	6	
1	volant à poignées de $0^m,920$ de diamètre du treuil à main	82	
4	volants des poignées des galets-guides	507	
1	montant (n° 1), partie supérieure portant le palier de $0^m,100$	1,570	
41	pièces détachées. *A reporter*	30.666	kilogr.

41	*Report du nombre de pièces.* *Report.*	30,666
1	montant (n° 2), partie inférieure.	1,175
1	montant (n° 3), placé sous le palier de l'arbre horizontal en fonte..	2,465
1	montant (n° 4), placé sous la partie où les deux plaques supérieures se rassemblent.	3,310
1	montant (n° 5), placé sous la partie où les deux plaques supérieures se rassemblent..	3,350
1	palier de $0^m,100$ fixé sur le montant n° 1. Ce palier n'a pas de coussinet..	54
1	chapeau du palier ci-dessus.	21
1	palier de $0^m,260$ fixé sur le montant n° 3, le coussinet est venu de fonte avec le palier.	385
1	chapeau du palier de $0^m,260$.	185
1	coulisse inférieure placée entre les montants n° 1, et fixée sur l'entretoise des montants n°s 4 et 5 . . .	3,500
1	coulisseau inférieur glissant dans la coulisse ci-dessus.	1,010
2	barres coulisses glissant dans la coulisse ci-dessus. . .	655
1	entretoise des montants n°s 4 et 5 portant un palier venu de fonte.	2,000
1	chapeau du palier de l'entretoise ci-dessus.	198
1	bâti inférieur recevant les quatre montants. (Plaque de fondation).	4,550
1	crapaudine..	280
2	engrenages coniques à 45° de $1^m,300$ de diamètre, de 60 dents.	6,125
2	engrenages droits de $1^m,604$, de 84 dents. (Roues pour le mouvement des vis)	1,400
1	engrenage droit de $0^m,382$, de 20 dents. (Pignon pour le mouvement des vis)	123
1	roue droite de 252 dents pour l'avancement du treuil..	770
1	roue de $2^m,480$ de diamètre et de 100 dents pour l'entraînement du laminoir vertical.	2,000
1	pignon de $1^m,093$ de diamètre et de 44 dents pour l'entraînement du laminoir vertical	609
1	pignon droit de 13 dents pour l'avancement par le treuil.	20
1	pignon droit de 34 dents.	2,000
1	roue en deux parties, 60 dents (fixée sur l'arbre K). .	5,070
1	manchon à griffe.	1,615
1	palier.	680
1	chapeau dudit palier	297
1	chaise support du palier	3,620
1	partie de manchon.	1,640
73	pièces. Poids total des pièces de fonte. .	79.773

FER.

2 grosses vis conduisant le galet mobile, 230 kilos chacune	460	kilogr.
2 douilles des vis ci-dessus, 45 kilos chacune	90	
1 arbre horizontal supérieur du laminoir	240	
1 pièce à douille servant de support à l'arbre horizontal	360	
4 vis des galets-guides avec leurs quatre douilles	440	
2 vis de pression du laminoir, 16 kilos l'une	32	
1 arbre horizontale de la transmission de la machine à vapeur	2,600	
1 coin de rattrapage de jeu de la crapaudine	90	
1 plaque rectangulaire appuyant sur la plaque	10	
1 arbre du galet fixe	1,560	
1 arbre du galet mobile	760	
1 grain en acier de la crapaudine	12	
1 douille de l'arbre fixe	150	
1 douille de l'arbre mobile	135	
2 clavettes traversant les douilles	18	
1 rondelle de la partie supérieure de l'arbre fixe retenant la pièce à douille	24	
1 clavette placée au-dessus de cette rondelle	8	
2 closillons, manivelle pour le serrage des vis de pression du laminoir	30	
1 bride du petit tourillon de l'arbre horizontal en fer	5	
1 bride du gros tourillon dans la cage du laminoir	6	
1 pièce servant d'arrêt pour empêcher de reculer	12	
1 arbre du treuil	20	
1 pièce d'arrêt servant à embrayer et débrayer et poignée du volant	6	
3 entretoises du treuil à main et goujons du palier	12	

BOULONS.

48 poignées se fixant sur les volants des galets-guides	65	
6 poignées se fixant sur le volant du treuil à main	8	
4 boulons de 20 millimètres avec leurs clavettes pour deux bâtis du treuil à main	3	
8 boulons reliant les deux bâtis du treuil à main sur les poutres	16	
1 boulon servant d'axe à la pièce d'arrêt	3	
1 boulon servant de repos et portant deux embases pour retenir la poussée	4	
8 boulons de 30 millimètres fixant l'écrou des vis de pression du grand galet	16	
A reporter	7,195	

Report.	7,195 kilogr.
2 boulons de 23 millimètres fixant la bride du petit tourillon.	2
2 boulons de 25 millimètres fixant la bride du gros tourillon.	3
2 boulons de 50 millimètres et leurs clavettes fixant le chapeau de la cage.	16
2 boulons de 50 millimètres à embases pour la pièce d'arrêt.	12
4 boulons de 50 millimètres fixant la cage sur la partie supérieure.	16
4 boulons de 30 millimètres du palier extrême.	12
24 boulons de 50 millimètres tête ronde servant à fixer les grosses glissières.	264
48 boulons de 40 millimètres tête ronde servant à fixer les petites glissières.	335
4 boulons de 23 millimètres servant à fixer le chapeau du palier de 100 millimètres..	6
4 boulons de 25 millimètres servant à fixer le palier de $0^m,100$ sur le montant n° 1.	8
16 boulons de 70 millimètres servant à relier les deux parties de la plaque supérieure.	480
18 boulons de 80 millimètres servant à relier les plaques avec les montants..	400
18 boulons de 80 millimètres servant à relier la coulisse inférieure avec les montants n° 1 et n° 2.	200
16 boulons de 80 millimètres à clavettes servant à fixer les montants sur la plaque.	400
4 boulons de 70 millimètres reliant l'entretoise à la coulisse..	80
8 boulons de 70 millimètres reliant l'entretoise aux montants n° 3 et n° 4.	160
4 boulons de 50 millimètres à embases servant à fixer le palier et le chapeau du palier de $0^m,260$ sur le montant n° 2.	60
4 boulons de 50 millimètres à tête carrée servant à fixer le chapeau du palier de l'entretoise.	40
Pour la moitié de l'arbre moteur de la machine oscillante.	150
4 Axes des galets-guides	80
2 Cales de callages des grandes glissières.	30
Total des pièces en fer.	9,949

BRONZE.

1 douille de 0m,250	123
1 douille de 0m,220	114
1 crapaudine	66
2 brides carrées	175
1 coulisseau	21
1 coulisseau (coussinet) de 0m,250 de l'entretoise	102
1 douille de grosse crapaudine	36
1 coussinet de l'arbre horizontal	41
Total	678

Ces poids sont ceux des pièces brutes de fonte et de forge; si on en déduit les déchets provenant du rabotage, tournage et dressage, on aura les chiffres suivants pour le poids réel de la machine :

Poids total de la fonte	77,237	96,982 kilogr.
Poids des plaques de fondation non compris dans la nomenclature, environ	6,500	
Poids du fer	9,700	
Poids du bronze	545	
Poids du petit moteur annexé, environ	3,000	

On aura une idée bien exacte de la force de la machine à vapeur qui commande le laminoir par l'intermédiaire de l'arbre K, d'après ses dimensions principales qui sont les suivantes :

Diamètre intérieur du cylindre à vapeur	0m800
Course du piston	1, 000
Diamètre de la tige du piston	0, 112
Longueur d'axe en axe de la bielle	2, 000
Diamètre extérieur du volant	6, 400
Poids total dudit	22, 600 kilog.
Diamètre de l'alésage du volant	0, 500
Vitesse de l'arbre de la machine par 1'	70 tours.
Nombre de dents du pignon monté sur l'arbre de la machine	34
Nombre de dents de la roue en deux portes montées sur l'arbre horizontal K	60
Vitesse de cet arbre, et par suite, de l'arbre vertical portant le galet lamineur, par 1'	40 tours.
Diamètre de l'arbre de la machine au collet du côté de la manivelle	0m280
Diamètre du côté du volant	0, 320

EXAMEN, PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE, DES BREVETS PRIS DE 1844 A 1865 POUR DES PROCÉDÉS PROPRES A LA FABRICATION DES BANDAGES DE ROUES DE WAGONS, LOCOMOTIVES, TENDERS, ETC.

1846. — *Procédé de fabrication des cercles de roues de locomotives et wagons de chemins de fer,* par MM. Plate et Rozet.

Le procédé consiste dans l'emploi d'un moule en trois parties : la première est posée sur un fourneau qui la chauffe avant la coulée; la deuxième s'ajuste sur la première, et la troisième est formée de trois segments serrés à l'aide de trois coins. Cette dernière partie est percée de cinq trous rectangulaires pour l'introduction de l'acier fondu. Plusieurs trous cylindriques sont également pratiqués pour servir à la sortie de l'air pendant la coulée.

1847. — *Procédé propre à obtenir un fer dur et tenace destiné particulièrement aux cercles à rebords des roues des locomotives et des wagons,* par la société des fonderies de Montataire. Le procédé consiste à mélanger le fer et l'acier pendant le travail du four à puddler.

1847. — *Combinaison qui donne des barres propres à la fabrication des bandages de roues et autres usages,* par M. Sanderson.

L'auteur prend une loupe de fer fabriquée par les procédés ordinaires, et d'une forme et d'une grosseur déterminées; il réchauffe cette loupe et la passe sous un laminoir convenablement évidé, puis, ensuite, sous le marteau, lequel forme une cavité ayant les profondeur et largeur requises pour recevoir la portion nécessaire d'acier destinée à être incorporée avec la loupe de fer.

Cette cavité une fois formée, une barre mince ou feuille de fer est soudée à la surface ou sur le côté ouvert de la cavité, de manière à former un tuyau qui reçoit l'acier en fusion.

1848. — *Genre de cercles de roues sans soudure, propres aux locomotives, tenders et wagons de chemins de fer,* par M. Renard.

Le système consiste dans l'emploi d'un laminoir vertical, dont la partie travaillante fonctionne sur une table métallique, ce qui permet de dresser le bandage au fur et à mesure de sa formation.

1848. — *Tirage et soudage simultané, au laminoir, des cercles de fer ou autres des roues de wagons et autres véhicules,* par M. Festugière.

Le résultat énoncé dans le titre du brevet est obtenu par un jeu de cylindres avec cage et accessoires. L'action des cylindres se produit hors des cages au moyen de cannelures ajoutées à cet effet; le cylindre supérieur est soulevé par deux leviers, et il est rapproché de l'inférieur au moyen d'un système d'engrenage. On prend une barre de fer dont l'une des faces a la forme de la surface extérieure des roues, on contourne préalablement cette barre, et l'on rive les deux extrémités, qui ont été coupées à bec de flûte; dans l'intérieur de ce cercle on introduit d'autres barres, contournées également et en quantité suffisante pour former une masse qui permet d'obtenir le cercle fini, en dimension et en poids. Cette masse, ainsi préparée et chauffée dans un four au rouge fondant, est présentée aux cannelures extérieures du laminoir, dont on rapproche graduellement le cylindre supérieur, à l'aide d'engrenages.

1849. — *Fabrication et emploi de bandages de roues à l'usage des chemins de fer, dont l'arrondissement, par la compression ou l'extension,*

remplace, en tout ou partie, celui qu'on obtient par le tour, par M. Stehelin.

La machine, permettant d'obtenir le résultat énoncé, se compose d'un mandrin ou tambour, légèrement conique vers l'un des bouts, et monté sur un axe horizontal, mobile à volonté; ce tambour est monté entre les pieds d'un pilon à vapeur, dont le marteau peut ainsi agir au-dessus et tangentiellement. Après que le bandage a été soudé et qu'il est encore chaud, on le place sur le tambour, vers la partie conique, et l'on fait agir le marteau, muni d'une étampe appropriée; le bandage présente successivement toute sa surface au choc, avance en se refroidissant, et se trouve amené sur la partie cylindrique du tambour, qui a exactement le même diamètre que doit avoir, à l'intérieur, le bandage fini.

Dans un certificat d'addition à ce brevet, M. Stehelin a donné le dessin d'un appareil à mandriner et à dégauchir le bandage, avant sa mise en place sur le tambour surmonté du marteau décrit dans son brevet principal. Cet appareil consiste en une forte plaque de fonte horizontale munie d'un bras à coulisse dans lequel marche un porte-galet qui sert à cintrer le bandage.

Au centre de cette plaque fixe est monté, sur pivot, un plateau tournant sur lequel est fixé une coquille qui présente, intérieurement, la forme que le bandage doit avoir extérieurement. Celui-ci, cintré et soudé, est placé dans cette coquille, qui est mise en mouvement en même temps que quatre mandrins disposés à l'intérieur, et que des excentriques écartent de façon à comprimer le bandage uniformément, à l'intérieur comme à l'extérieur, sur tous les points de sa circonférence. Une série de quatre galets, roulant sur un plan horizontal, lamine en même temps le bord du boudin, de telle sorte que le bandage se trouve parfaitement rond, à la fois dégauchi et dressé sur ses bords.

1849. — *Procédés de fabrication des bandages de roues de wagons, tenders, locomotives, etc., sans soudure, et finis entièrement au marteau-pilon et au laminoir,* par MM. Petin, Gaudet et Morel.

Les procédés sont résumés dans les trois opérations distinctes, qui sont : 1° le contournage des barres; 2° le martelage et le corroyage des rondelles; 3° le laminage des cercles obtenus. Une machine forme la rondelle, qui est composée de spires hélicoïdales, lesquelles, suffisamment réchauffées, sont soumises à l'action d'un marteau-pilon quelconque muni des matrices nécessaires. Un laminoir horizontal, avec cannelures à l'extérieur des cages, est chargé d'amener les bandages aux dimensions voulues.

1850. — *Genre de laminoirs destinés à laminer les bandes de roues à l'usage des chemins de fer et autres,* par M. Bodmer.

La barre destinée à être transformée en un bandage est cintrée et soudée comme d'habitude, puis chauffée à un degré convenable dans un four ordinaire. Cette barre est portée, par un moyen quelconque, sur une table en fonte, et amenée entre les deux cylindres montés sur cette table. Quand le bandage a atteint le diamètre voulu, l'ouvrier qui conduit l'appareil est averti par un indicateur formé d'une échelle divisée, sur le zéro de laquelle arrive l'index.

Pour déterminer le moment où le bandage fini doit être mis sur la roue, on fait arriver par un tube un courant de gaz; aussitôt que le gaz cesse de s'allumer, la température est convenable.

1851. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des bandages de roues,* par MM. Petin, Gaudet et Cᵉ.

Ce brevet a pour but de faire ressortir la méthode de mise d'acier pour recou-

vrir les bandages et leur assurer une longue durée. Après avoir chauffé le bandage, on l'enroule sur un mandrin. On corroie l'anneau obtenu dans des étampes convenables, à l'aide d'un marteau-pilon, puis on termine le bandage en le soumettant à l'action d'un laminoir analogue à celui décrit précédemment. Une addition annexée à ce brevet indique que l'on peut couler de l'acier fondu en fusion dans un moule circulaire dont l'intérieur forme une rigole, qui sert à recevoir l'acier fondu; on donne à cette rigole la section que doit avoir le bandage.

1851. — *Genre de fabrication de roues de wagons, dites à bandages extérieurs,* par MM. Dehaitre et Aubry.

Ce brevet a pour but de fabriquer des bandages fondus en coquilles; le même procédé s'applique à la fabrication des roues pleines.

1852. — *Système de laminoir à cercle pour bandages de roues de chemins de fer*, par M. Rozet. L'auteur soude plusieurs barres de fer, après les avoir enroulées sur un moule ou mandrin, puis l'anneau obtenu est porté dans un four à réchauffer; arrivé à l'état soudant, l'anneau est soumis au martelage, afin de produire une soudure d'une homogénéité parfaite.

La pièce est alors soumise à l'action d'un laminoir vertical, sur la table duquel le bandage est maintenu au fur et à mesure de sa formation.

1852. — *Système d'appareil pour cintrer les cercles de roues des voitures sur la roue elle-même,* par M. Mothes aîné. Le cintrage des cercles en fer se fait sur la roue elle-même, qui doit les recevoir, en sorte que le fer prend exactement le contour de la roue, même quand elle n'est pas parfaitement ronde. La pose à chaud d'un cercle ainsi obtenu est alors bien plus facile et plus certaine.

1852. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des pièces de forge, et particulièrement applicables aux bandages*, par MM. Petin, Gaudet et Cᵉ. Ce brevet a pour objet de nouveaux perfectionnements aux procédés et appareils de laminage, déjà décrits dans les brevets examinés plus haut.

1852. — *Système de laminoirs à deux cylindres pour bandage de roues de locomotives, wagons et autres,* par MM. Jackson frères.

Ce laminoir présente, comme particularité, que le cylindre supérieur, une fois qu'il est desserré par les vis qui le maintiennent en pression sur le cylindre inférieur, peut être tiré dans le sens de son axe, au moyen d'une machine à vapeur, dont la tige du piston est reliée à son arbre, désaffleurant à cet effet, de ce côté, la cage. Cette disposition a pour but de permettre l'introduction du bandage entre les cannelures du cylindre, puis de l'enlever quand le laminage est achevé.

1852. — *Machine à cintrer les bandages de roues de chemins de fer*, par M. Bertsch. Ce brevet comprend une machine qui sert à cintrer, mandriner et calibrer les bandages, à partir de 0,91 de diamètre jusqu'à 2,50, pour roues de wagons, locomotives, etc. Son but est de cintrer les bandages quand ils sont droits, et, surtout, de donner, quand la soudure est faite, le diamètre et le profil exacts qu'ils doivent avoir. (Voir le *Génie industriel,* vol. XVII.)

1853. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des bandages sans soudure*, par MM. Petin, Gaudet et Cᵉ. Ce brevet étend les explications relatives aux appareils déjà décrits, et fait ressortir, en même temps, les manœuvres accessoires nécessaires pour compléter la fabrication.

1853. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des roues en fer,* par MM. Petin et Gaudet. Les procédés décrits ici sont plus particulière-

ment applicables à la confection des moyeux de roues en fer; ils consistent à former un paquet à l'aide de bandes trapézoïdales, enroulées en hélice sur un mandrin. On termine les côtes du paquet à l'aide de secteurs disposés en rayons; le tout est réchauffé et martelé, à la manière ordinaire, sous un marteau dont les matrices ont la forme définitive du moyeu.

1853. — *Procédés de fabrication de rails, bandages de roues, essieux, tôles, etc.*, par M. Bernard. Les procédés se résument à préparer les barres ensemble, après les avoir tordues préalablement à l'aide d'un outil quelconque. Les paquets que l'on obtient ainsi, lorsqu'ils sont soumis au martelage, sont, d'après l'inventeur, beaucoup mieux corroyés, et présentent une durée marquée sur ceux fabriqués ordinairement.

1853. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des rails et bandages de roues aciérés, et des bandages sans soudure en fer, comme aciérés*, par M. Rives.

Les bandages sont préparés, soit en roulant en spirale une bande de fer qui est ensuite soudée, soit en formant un cercle d'une seule barre, et en la soudant par ses extrémités. On passe ensuite les cercles, ainsi préparés, à un laminoir disposé pour creuser une gorge extérieure circulaire; cela fait, on passe à nouveau le cercle dans une autre cannelure du laminoir, afin de rabattre les côtés de la gorge et former d'un côté le boudin, en même temps qu'une rainure angulaire avec contre-partie de l'autre côté. On laisse alors refroidir le cercle, qui présente ainsi en section une gorge à queue d'aronde, au fond et sur les côtés de laquelle on perce, de distance en distance, des trous. On ferme cette gorge par un cercle de fer feuillard, et on décape le tout pour enlever l'oxyde de fer, puis, on enfonce le tout dans du sable servant de moule, et on coule de l'acier fondu dans la gorge et les trous que l'on a pratiqué, et dont quelques-uns servent à l'échappement de l'air. Lorsque l'acier est solidifié et qu'il est encore très-rouge, on porte le cercle au four, et, dès qu'il est suant, on soude le fer et l'acier en le passant, soit au laminoir, soit sous les étampes d'un marteau-pilon.

1854. — *Construction d'un paquet circulaire en fer, devant servir à la fabrication des bandages*, par M. Gallois.

Le paquet se compose d'une première rondelle soudée et bien ronde, puis d'une deuxième rondelle également terminée, qu'on passe par-dessus la première quand elle est refroidie. Une troisième rondelle recouvre ensuite les deux premières quand la seconde rondelle est froide, et ainsi de suite. On obtient, de la sorte, un paquet composé d'une réunion de rondelles, correspondant à la dimension du bandage que l'on veut obtenir; on le soude en le réchauffant, puis on le lamine par les appareils connus.

1854. — *Lamineur circulaire applicable aux roues de chemins de fer*, par MM. Dormoy et Champeaux.

Ce laminoir a pour but de faciliter le travail de fabrication des cercles sans soudure. L'ébauche est obtenue en prenant des barres de fer plat ayant leurs extrémités coupées en biais; on en forme des cercles, qui sont placés dans une étampe de pilon pour être calibrées, puis superposées en nombre suffisant pour former un paquet capable, par son poids, de produire un bandage. Ce paquet est ensuite placé au four, et quand il est chaud au blanc soudant, on l'apporte dans un moule de pilon pour être soudé, corroyé et réduit à l'épaisseur et au diamètre que doit avoir l'ébauche. Celle-ci est alors portée au lami-

neur, qui est composé d'une table horizontale en fonte, au-dessus de laquelle désaffleure un cylindre vertical qui est le *lamineur* proprement dit; il est muni de deux joues servant de limite à l'épaisseur du bandage. Sur un axe parallèle est monté un galet *presseur* commandé par une vis, de façon à pouvoir être éloigné ou rapproché facultativement du lamineur. Ce galet a sa circonférence tournée suivant une forme creuse correspondante à celle saillante du bandage. Des rouleaux horizontaux facilitent la rotation du bandage pendant son laminage, et trois *galets-guides,* mobiles dans des coulisses, sont disposés pour s'écarter tangentiellement au fur et à mesure de son agrandissement.

1854. — *Nouveau procédé de cinglage et étirage du fer pour bandage de roues*, par M. Morel.

Ce procédé consiste dans l'emploi d'étampes de formes spéciales, au moyen desquelles une loupe de fer, à sa sortie du four à puddler, est d'abord aplatie sous forme de disque et percée au centre au moyen d'une pointe conique, dont le marteau est muni. Ce disque devient ainsi une rondelle, qui est étirée sur l'enclume, présentant à cet effet une forme de cloche. Un certain nombre de rondelles ainsi obtenues sont superposées et chauffées au blanc soudant dans un four à réverbère, puis soudées dans une matrice à l'aide d'un marteau pilon. Les rondelles soudées sont introduites de nouveau dans un four à réchauffer, puis engagées, à l'aide de tenailles et de leviers, entre les galets en porte-à-faux d'un laminoir horizontal muni de guides, qui amènent le cercle à la dimension voulue pour un bandage.

1854. — *Mode de fabrication des cercles pour roues de chemin de fer,* par M. Girardet.

Ce mode de fabrication consiste dans la préparation de cercles corroyés à plat avec plusieurs barres superposées, toujours à plat, et soudées l'une sur l'autre. C'est au moyen d'un laminoir à axe horizontal, avec galets lamineurs en porte-à-faux en dehors des cages, que le cintrage de chaque cercle est obtenu, puis le soudage des cercles entre eux, et enfin la forme voulue du bandage au moyen de serrages successifs du presseur contre le lamineur, et du déplacement des galets-guides.

1854. — *Bandages de roues à rebord forgés au pilon pour les chemins de fer,* par M. Cabanal-Duvillard.

Pour cette fabrication, l'inventeur prend du fer en barre, et en fait un cercle du diamètre qu'il veut obtenir, à l'aide de la machine à cintrer; trois ou quatre cercles superposés les uns aux autres sont mis dans un four à reverbère, puis soumis à une matrice ayant la forme du bandage. Il reste ensuite à les souder avec le marteau-pilon; cette opération recommencée, on obtient un bandage achevé de forge. Les bavures formées par l'excédant sont coupées au tour.

1854. — *Méthode de fabriquer les bandages des roues des wagons et d'autres pièces,* par MM. Dechanet et Sirco.

Les auteurs coupent des plaques de fer du diamètre convenable pour en former des bandages, et font ces bandages avec une portée intérieure pour recevoir les plateaux de la roue. Le bandage est composé d'un ou plusieurs cercles superposés les uns sur les autres et tournés à l'aide d'une machine à cintrer.

1854. — *Laminoir perfectionné pour la fabrication des bandages de fer ou d'acier, ou mélange du fer du Midi aux riblons supérieurs, du charbon de bois, mine de plomb et cambouis,* par M. Joris.

Ce brevet, suivit de deux additions, comprend un appareil nommé par l'auteur *marteau-pilon-laminoir* ou *laminoir à pilon*, lequel se compose d'un marteau-pilon ordinaire ayant la chabotte disposée de telle sorte qu'elle offre l'emplacement de deux cylindres lamineurs verticaux. L'un des cylindres est monté dans des tourillons fixés à la chabotte; l'autre, destiné à servir de *presseur* pour amener le bandage à l'épaisseur voulue, est ajusté dans des coulisseaux, et des vis de rappel permettant de le rapprocher du premier. La rondelle brute en fer ou en acier est portée sous le pilon et engagée entre les deux galets du laminoir. On la frappe d'abord tout autour avec le marteau afin de la souder parfaitement; une fois cette opération terminée, le pilon est maintenu soulevé, et c'est alors que les cylindres du laminoir agissent pour amener le bandage au diamètre voulu.

1854. — *Système de fabrication des bandages de roues de wagons ou de locomotives*, par M. Chauffriat.

Le système consiste dans la composition d'une trousse en paquet avec un nombre quelconque de bandes méplates d'une dimension déterminée, correspondante à celle que doit avoir le bandage. Sur ces bandes de fer, et pour être corroyée ensemble, est placée une bande d'acier d'une longueur égale aux bandes méplates. Cette bande est de section carrée et son côté à peu près moitié moins large que les bandes de fer superposées. La barre n'est pas placée parfaitement au milieu de la trousse, attendu que cet acier doit se trouver réparti sur le bandage en dehors du boudin, à l'endroit seul qui doit reposer sur le rail. Cette trousse terminée est chauffée au four à reverbère à un degré de chaleur convenable pour le corroyage, qui s'effectue au marteau-pilon ou au laminoir, à la presse ou au martinet.

Dans un certificat d'addition à ce brevet en date du 23 août 1856, l'auteur décrit quelques modifications dans la préparation du paquet, et étend son procédé d'aciération aux rails, fusées d'essieux, etc.

1854. — *Bandages de roues de locomotives, tanders et wagons*, par M. Renard. Le mode de fabrication comprend :

1° L'enroulement de la barre en spires concentriques qui montent les unes sur les autres, de manière que le diamètre intérieur du second tour coïncide avec le diamètre extérieur du premier tour, et ainsi du troisième, etc.

2° La soudure de la rondelle au moyen d'un martelage sur champ, soit extérieurement dans une chabotte emprisonnant le bandage, avec un marteau-pilon de même empreinte que la chabotte, soit en frappant avec un marteau à extrémité conique, et en formant le boudin par le refoulement de la matière;

3° Le laminage de la rondelle une fois soudée pour l'amener graduellement, par l'allongement du fer, au diamètre voulu.

1854. — *Fabrication des roues pleines*, par M. Renard. Ce brevet décrit un laminoir dont les cylindres laminent en porte-à-faux la roue qui est cintrée sur un axe mis en mouvement par le cylindre inférieur.

1854. — *Système de bandages de locomotives en acier fondu, fer et acier ordinaire*, par M. Dubost.

On prend une bande de fer ou d'acier de forme prismatique rectangulaire, qui a été étirée au martinet; sa longueur est proportionnée au diamètre que doit avoir le bandage; on la chauffe convenablement et on la met dans une matrice, et au moyen du marteau-pilon on l'écrase, jusqu'à ce que l'une des

faces se trouve élargie par aplatissement, puis on la passe au laminoir pour régulariser cette forme; on arrondit ensuite les quatre angles de cette barre, et on perce deux trous vers les extrémités; on réunit ces deux trous par une fente, puis, après avoir chauffé convenablement, on pointe dans son milieu un mandrin, que l'on enfonce au marteau-pilon, ce qui l'ouvre d'une manière sensible; on chauffe à nouveau, et agissant au moyen d'étampes appropriées, d'abord par un bout, puis par l'autre, on arrive à l'amener à la forme circulaire, le boudin du bandage étant formé par l'aplatissement dont il a été question au début; enfin on l'enfile sur un gabarit parfaitement cylindrique, et on laisse refroidir.

1854. — *Système de fabrication de roues de locomotives, tanders et wagons,* par MM. Russery et Lacombe.

Ce système, principalement applicable à la fabrication des bandages sans soudure, comprend quatre opérations distinctes : 1° le laminage des barres en forme de crémaillères à dents arrondies : deux barres semblables s'engageant l'une dans l'autre sont nécessaires pour la fabrication d'un bandage; 2° l'enroulage des barres en les faisant passer de champ, par bout et à vis de pression, dans un laminoir qui a pour diamètre celui que l'on veut donner à la rondelle; 3° le martelage ou le corroyage. La rondelle, arrivée au blanc soudant, est portée dans une matrice à gorge circulaire, et là, elle est soumise à l'action d'un marteau-pilon qui, en la frappant, l'écrase et lui fait prendre exactement la forme de la matrice, de sorte que l'on obtient ainsi un cercle d'un certain diamètre, uni à l'intérieur et muni extérieurement d'un rebord analogue à celui que doit avoir le bandage; 4° le laminage au moyen d'un appareil spécial, décrit dans un certificat d'addition en date du 23 décembre 1855. Cet appareil n'est autre qu'un laminoir à axe horizontal. Le cylindre supérieur, au moyen d'engrenages et de vis, descend au fur et à mesure de l'étirage du cercle, et les cannelures se trouvent à l'intérieur des cages.

1855. — *Procédés pour la fabrication des bandages en acier naturel et en fer pour roues de chemins de fer,* par MM. Charrière et Cie.

Le procédé réside dans la répartition du fer et de l'acier par couches contiguës de bandes de forme rectangulaire.

1855. — *Procédé de fabrication des bandages de roues en fer pour wagons et locomotives,* par MM. Carvès et Frappa.

Le procédé consiste à enrouler en spirale une bande laminée au moyen de cylindres ellipsoïdes, afin de former l'aplatissement nécessaire à l'amorçage; puis on soude cette bande après l'avoir enroulée sur la matrice d'un marteau-pilon qui ferme l'amorce.

1855. — *Perfectionnements dans la fabrication des roues de chemins de fer,* par M. Duméry.

Les perfectionnements consistent dans l'application de cercles ou bandages en acier fondu sur la jante des roues au moyen de la force centrifuge. La roue à cercler, ayant été chauffée à une température convenable pour la soudure de l'acier fondu, est fixée solidement au centre d'un plateau pouvant prendre un mouvement de rotation accéléré. Ce plateau est muni d'un rebord ayant intérieurement la forme que l'on veut donner à la circonférence extérieure du bandage. Des dispositions sont prises pour que, à la coulée de l'acier, il y ait : 1° expulsion de l'air; 2° soudure ou adhérence de l'acier au fer; 3° interposi-

tion des sels nécessaires à la soudure; 4° pénétration de l'acier dans le cercle extérieur de la roue en fer.

1855. — *Procédés complets de fabrication des bandages de roues pour locomotives, tenders, wagons en fer, en acier, en fer aciéré,* par MM. Amiel et Decœur. Les auteurs forment d'abord une rondelle avec une bande laminée; l'enroulage se fait sur mandrin, puis on soumet la rondelle au pilonage et au soudage ainsi que cela se pratique ordinairement. Quant au laminage, il s'exécute en dehors des cages du laminoir.

1856. — *Procédés perfectionnés de fabrication des bandages de roues de wagons, tenders et locomotives,* par MM. Russery et Lacombe.

Les inventeurs préparent des rondelles qui sont superposées ensuite pour opérer un laminage en dehors des cages; le cylindre supérieur est maintenu par un étrier en fer qui l'empêche de se soulever quand on commence le laminage progressif. Les bandes qui servent à faire les rondelles sont laminées, rectangulaires, puis superposées, en ayant soin de croiser les joints; quand la rondelle est faite on la soude par les moyens ordinaires.

1856. — *Fabrication des bandages de roues de locomotives et de wagons de chemins de fer,* par M. Verpilleux.

Les procédés décrits dans le brevet sont semblables, comme manipulation, à ceux du brevet précédent. Les rondelles sont seulement formées de deux bandes de fer, laminées suivant une section triangulaire, et qui, réunies, constituent le bandage, qu'on lamine à l'aide d'un laminoir qui offre cette particularité que le bandage se fait dans l'intérieur des cages; le cylindre inférieur est séparé au milieu de sa longueur pour permettre l'introduction de la rondelle.

1856. — *Fabrication des bandages de roues,* par M. Pretot.

La fabrication comprend une disposition de laminoir dont une des cages s'immobilise en se rabattant pour permettre l'introduction de la rondelle à agrandir. Une addition annexée au brevet résume les perfectionnements, qui consistent dans la préparation des barres devant former la rondelle.

1856. — *Procédés de fabrication des rondelles et bandages sans soudure,* par MM. Jackson frères, Petin, Gaudet et Cie.

Ce brevet comporte : l'enroulage en spirale d'une barre de fer; son martelage dans des étampes ayant déjà la forme de la rondelle ébauchée; le système de laminoir qui étire la rondelle et en forme le bandage. L'enroulement s'exécute à plat, le martelage dans des matrices, en ayant le soin de mettre un anneau intermédiaire, puis vient le laminage.

1856. — *Perfectionnements dans la fabrication des rails et des bandages de roues,* par M. Stirling. Le breveté mentionne seulement l'application de l'acier, coulé en lingots de la quantité voulue.

1856. — *Système de fabrication, par la presse hydraulique, des bandages en fer des roues de wagons et d'engrenages,* par MM. Brignon et Goudet. Le système consiste à enrouler les bandes qui doivent former le bandage sur le piston d'une presse hydraulique; un ou plusieurs galets maintiennent le fer et lui donnent la section voulue, pendant que l'écrasement transversal de la rondelle a lieu.

1856.— *Perfectionnements dans les moyens de durcissement de la surface des rails, bandages de roues,* par M. Stirling.

Le durcissement est produit par le mélange de 3/4 à 1 0/0 d'oxyde d'étain dans le fer; tout oxyde terreux pourrait être également employé.

1856. — *Perfectionnements dans la fabrication des roues et bandages pour chemins de fer,* par M. Owen.

1856. — *Soudage des bandages en acier, fer, et fer et acier des roues de chemins de fer, dans une matrice ou par amorces,* par M. Michau. Brevet cédé en 1857 à la Société Blanc, Deville et Cie. Le système repose sur l'emploi d'une matrice se posant sur la chabotte d'un pilon, et ayant l'empreinte d'un bandage fini; le bandage, suffisamment amorcé, est posé à chaud dans l'empreinte où il est soudé d'une manière régulière et parfaite.

1856. — *Perfectionnements apportés aux bandages de roues et spécialement celles de chemins de fer,* par M. Dulac.

L'invention consiste à superposer des rondelles en entre-croisant les joints; la dernière rondelle a la section d'un gros fer à cornière, pour produire au laminage le rebord ou boudin des roues employées dans les chemins de fer.

1856. — *Système de fabrication des cercles de roues de wagons, locomotives et autres soudés et brasés au moyen de cuivre ou tout autre métal,* par M. Festugières.

Le cuivre est placé par couches minces entre les rondelles de métal, puis on saupoudre de borax, et l'on entoure la roue de terre réfractaire. On met ce paquet dans un foyer quelconque et l'on obtient ainsi une bonne soudure.

1857. — *Système de machines à percer les bandages et les jantes des roues de voitures,* par M. Bouhey. Le système consiste à adapter aux machines à percer ordinaires une mordache ou mâchoire mobile qui sert à pincer convenablement les jantes ou les bandages.

1857. — *Système de fabrication de bandages pour roues de chemins de fer,* par MM. Aubry et Châteauneuf.

Les auteurs commencent par préparer des paquets de formes creuses, qu'ils remplissent par des riblons ou massiots de fer sortant du four à puddler. On soumet ensuite ces paquets au martelage, puis au laminage.

1857. — *Perfectionnements dans la fabrication des bandages de roues,* par M. Robellet. Le système consiste à prendre une bande de fer carrée et à la faire passer dans trois cannelures successives de cylindres lamineurs pour obtenir une section de bandage d'une épaisseur convenable. En sortant de la dernière cannelure, les extrémités de la bande sont coupées en sifflet pour amorcer, et on contourne cette bande que l'on porte ensuite au four pour lui donner la température convenable. Le bandage est alors soudé et laminé à l'extérieur par la partie inférieure du cylindre jusqu'à la dimension voulue.

1857. — *Procédé de fabrication des bandages, cercles extérieurs de roues pour matériel de chemins de fer,* par MM. de Dietrich et Ce.

Ce procédé consiste dans le martelage d'une rondelle en fer dont on perce le centre et que l'on agrandit successivement dans des matrices, ou bien dans le forgeage de rondelles en acier fondu. Dans l'un ou l'autre cas, le bandage est amené au diamètre voulu au moyen d'un marteau-pilon à étampe qui agit au-dessus d'un galet-enclume, et le bandage, étant animé d'un mouvement lent de rotation et guidé par des rouleaux disposés pour s'écarter au fur et à mesure de l'agrandissement du cercle, présente successivement toutes les parties de sa circonférence,

1857. — *Procédés de fabrication des bandages de roues en acier fondu,* par M. Jackson. Les procédés consistent à couler de l'acier fondu dans un moule métallique ayant la forme de la roue qu'on veut obtenir; on porte ensuite la pièce dans un four à réchauffer, où elle acquiert la température nécessaire pour être soumise à l'action d'un pilon à vapeur. La tête du marteau de ce pilon porte un poinçon qui doit, en quelques coups, détacher la partie centrale de la pièce; la rondelle ainsi obtenue est successivement agrandie à l'aide d'un laminoir analogue à ceux que l'on emploie ordinairement. On peut aussi couler directement les roues dans le moule, en ménageant au centre un moyeu mobile, du diamètre convenable, et que l'on retire quand la pièce est fondue.

1857. — *Procédé de martelage des couronnes propres au laminage des bandes de roues de wagons, de locomotives, etc.,* par MM. Verdié et Cᵉ.

Après avoir obtenu une rondelle d'un diamètre convenable, on soumet cette rondelle à l'action d'un marteau-pilon dont la tête et l'enclume sont découpées suivant une section trapézoïdale avec renflement à l'un des angles. On tourne le cercle au fur et à mesure du martelage, et l'on obtient un bandage que l'on peut terminer sur un laminoir approprié.

1858. — *Procédé de soudage des cercles, bandages de roues pour chemins de fer,* par M. Charrière. Le procédé consiste à souder les bandages, convenablement amorcés, dans un four à vent. L'amorçage est pratiqué à la manière ordinaire.

1858. — *Procédé pour la fabrication des bandages de roues,* par M. Périmel. Le procédé se rapporte à la fabrication d'un paquet soumis au marteau-pilon, et dans lequel on pratique l'ouverture centrale à l'aide d'un noyau métallique sur lequel bat la tête du marteau. On prend la rondelle à l'aide d'un ringard particulier, et on la lamine sur des cylindres en dehors des cages; ces cylindres sont retenus aux extrémités par une petite cage ou support supplémentaire qui empêche le porte-à-faux.

1858. — *Cémentation des bandages des roues pour véhicules de chemins de fer, et cémentation des rails,* par M. Buisson-Lalande.

L'inventeur décrit un four de cémentation dans lequel les roues sont superposées, en laissant un intervalle libre entre chacune d'elles pour que toutes les parties puissent être aussi bien cémentées.

1858. — *Perfectionnements dans les procédés de fabrication des bandages en acier fondu,* par MM. Petin, Gaudet et Cᵉ.

Les moyens décrits dans ce brevet sont les suivants : on commence par couler de l'acier fondu dans une lingoterie cylindrique, puis on porte le lingot sous le marteau-pilon, après quoi on coupe la partie supérieure qui est un peu poreuse. On martelle ensuite debout le lingot, de manière à l'aplatir transversalement et à former ainsi une rondelle que l'on perce sous le marteau à l'aide d'un poinçon mobile. On change successivement le diamètre des poinçons pour agrandir le trou, et il ne reste ensuite qu'à marteler la rondelle. La rondelle ainsi martelée est soumise au laminage ordinaire usité dans la fabrication.

1858. — *Perfectionnements apportés aux procédés de fabrication des bandages de roues sans soudure,* par MM. Petin, Gaudet et Cᵢᵉ.

Les perfectionnements sont applicables à l'enroulage des bandes qui doivent constituer la rondelle, de manière à éviter l'écrasement. Dans un certificat d'addition en date du 31 janvier 1861, les auteurs mentionnent une disposition qui

consiste à ménager deux parties hélicoïdales, entre lesquelles sont placés des segments verticaux; de plus, une rondelle taillée en sifflet forme le centre. Après le martelage de la rondelle, on la réchauffe de nouveau, pour la laminer à l'aide du laminoir circulaire décrit dans les brevets antérieurs.

1859. — *Système de soudage des bandages de roues de wagons, locomotives,* par M. Conreur. Le brevet ne comporte qu'une disposition de laminage en porte-à-faux analogue aux systèmes déjà mentionnés.

1859. — *Fabrication des bandages de roues et de wagons, de locomotives ou de toutes autres pièces circulaires,* par M. Pinson.

Ce système de fabrication consiste : 1° dans la formation d'un paquet circulaire composé de plusieurs mises de fer puddlé, forgé, brut ou corroyé; 2° dans l'emploi d'un laminoir à axe horizontal, travaillant en dehors des cages. Du fer plat en bande est coupé en biseau à la sortie du laminoir, puis engagé encore chaud entre les galets d'une machine ordinaire à contourner et plier sur champ, de manière à ce que les deux bouts de la barre se trouvent ramenés l'un sur l'autre. Le paquet formé de un ou plusieurs cercles ainsi contournés et superposés les uns aux autres en croisant les joints, est porté au four et chauffé à la température soudante, puis de là directement au laminoir spécial qui soude le paquet, lequel est ensuite soumis au laminoir finisseur.

1859. — *Système de laminoir de bandages pour roues de wagons et de locomotives par pression hydraulique,* par MM. Duplay et Lachaise.

Les laminoirs travaillent en porte-à-faux, et la pression des cylindres est obtenue au moyen de presses hydrauliques qui remplacent les vis de serrage.

1859. — *Système de fabrication de bandages : 1° en acier fondu, 2° en acier, 3° en fer,* par MM. Duplay et Vidal. L'invention est caractérisée par une mise d'acier de proportion variable.

1859. — *Fabrication des rails et des bandages de roues,* par M. Martin.

Les perfectionnements sont résumés dans l'emploi des déchets de fer pour la formation des paquets destinés à être convertis en bandages et en rails.

1860. — *Mode de fabrication des bandages de roues de wagons et de locomotives pleines en acier fondu sans soudure,* par M. Delrieu.

Ce mode de fabrication consiste à mélanger dans de certaines proportions le fer et l'acier, de manière à obtenir un produit de meilleure qualité que celui employé d'ordinaire pour les roues et les bandages.

1860. — *Perfectionnements apportés aux bandages de roues de locomotives et de wagons de chemins de fer et aux moyens de les attacher,* par M. Kirkpatrick. On commence par contourner, pour en faire des bandages, des bandes de fer munies d'un appendice que l'on rabat ensuite sur le cercle intérieur des bras, afin d'obtenir un assemblage d'une grande solidité.

1860. — *Système de bandages et roues en fer ou en acier puddlé sans soudure pour chemins de fer,* par MM. Maillon et Deschamps.

Ce système de fabrication est le suivant : on place un lopin de forme ovoïde sous un marteau-pilon dont la tête fait corps avec un cône, et dont un des côtés est forgé avec une saillie; ce lopin est placé sur une plaque intermédiaire qui repose sur une chabotte tournante. On forge avec le cône jusqu'à ce que la pointe arrive à la plaque intermédiaire, que l'on enlève alors, pour que la pointe puisse traverser entièrement le lopin. Le marteau écrase le lopin tout en le traversant. On a le soin de tourner l'enclume sur sa chabotte, au fur et à mesure

du forgeage, en mettant un levier dans les trous, et l'on obtient ainsi un bandage grossier que l'on termine par les procédés en usage.

1860. — *Système de fabrication de bandages de roues de wagons et de locomotives de chemins de fer par pression hydraulique et à vapeur,* par MM. Duplay et Lachaise.

Le système consiste dans la formation d'une rondelle, par enroulement, sur une machine spéciale composée de galets, dont l'un, le presseur, est serré à l'aide d'une presse hydraulique. Cette rondelle est soudée et agrandie dans des matrices *ad hoc,* au moyen de poinçons coniques montés sur le nez d'un marteau-pilon; puis elle est laminée pour être amenée au diamètre voulu sur un laminoir à cylindres horizontaux, avec galets en porte-à-faux de la gage; le cylindre supérieur exerce une pression progressive au fur et à mesure de l'agrandissement, au moyen d'un système de leviers commandés soit par un moteur à vapeur, soit par une presse hydraulique.

1860. — *Perfectionnements dans la fabrication des roues de wagons,* par M. Swain. L'invention consiste à fondre en creux, d'une épaisseur régulière et en formes arrondies, le bandage de la roue, les rayons et le moyeux, de manière à permettre une contraction facile dans le cas où quelques-unes de ces parties se refroidiraient plus vite les unes que les autres. Ainsi construites, les roues peuvent beaucoup mieux résister aux chocs, à la torsion, etc.

1860. — *Machine à cintrer les bandages de roues,* par MM. Sculfort, Malliar et Meurice. Cette machine est établie de manière à présenter une grande solidité et à maintenir un parallélisme parfait entre le cylindre fixe et le cylindre mobile. Le bâti vertical qui sert de guide à ce dernier est creux, et est muni de deux colonnes en fer qui le consolident; une de ces colonnes sert de centre quand on veut retirer le bandage qui a été contourné; car alors le bâti doit être mobilisé dans un plan horizontal. Pour atteindre ce but, on démonte une des deux colonnes, et le bâti-guide pivote sur l'autre.

1861. — *Procédé de fabrication des bandages de roues sans soudures,* par la Société des forges de Montataire. Ce procédé consiste à former une rondelle de lames superposées que l'on soude en la martelant; puis on perce la rondelle à l'aide d'un poinçon. La rondelle étant percée, on la réchauffe dans un four, et on la dispose sur un chevalet placé sur l'enclume d'un marteau-pilon dont la tête est estampée suivant la forme extérieure d'un bandage grossier.

1861. — *Perfectionnements apportés dans la fabrication des roues de wagons de chemins de fer et autres articles en acier fondu et en fonte malléable,* par M. Wilson. L'auteur procède à la fabrication en estampant directement dans des matrices *ad hoc* les roues préalablement coulées en acier fondu ou en fonte malléable.

1861. — *Perfectionnements apportés dans la confection des roues de wagons,* par M. Lester. L'invention réside dans l'interposition de caoutchouc comprimé entre les pièces de jonction des roues pleines fabriquées en deux parties réunies par des boulons. Cette disposition a pour but d'amortir les chocs produits sur les essieux par les inégalités de la voie ferrée.

1861. — *Appareil à courber le fer sur plat et sur champ,* par M. Rogé.

Cet appareil n'est autre qu'un laminoir composé, comme une machine à cintrer ordinaire, de trois cylindres horizontaux dont l'écartement est assez grand; deux de ces cylindres sont fixes sur le bâti, et celui supérieur est rendu mobile

verticalement, pour varier la courbure à plat que l'on désire donner aux fers. Deux galets horizontaux et mobiles dans des cages rapportées sur le bâti servent à courber sur champ.

1863. — *Perfectionnements dans la construction des bandages de roues, aiguilles et croisements sur les chemins de fer*, par M. Anderson.

Ces perfectionnements consistent simplement dans un mode de trempe desdits objets qui, chauffés, sont plongés dans un bain d'huile.

1863. — *Perfectionnements dans la fabrication des bandages à rebord pour roues de chemins de fer, et de toutes pièces de forge pour machines marines et locomotives, des rails, essieux, blindages, etc., par la combinaison du fer et de l'acier fondu et par le soudage et le corroyage des deux natures de métal*, par M. Grand.

Ce procédé consite à ménager à la circonférence du bandage ou de la jante de la roue une gorge profonde, striée latéralement, et d'y couler de l'acier fondu, puis à forger les deux métaux afin d'en rendre la réunion intime.

1863. — *Perfectionnements apportés à la fabrication des bandages de roues*, par MM. F. W. Kitson et J. Kitson fils.

Le mode de fabrication proposé par les auteurs consiste dans la réunion de trois paquets de fer en un bloc de dimensions convenables. Pour transformer ce bloc en anneau, on commence par y pratiquer par le poinçonnage un trou allongé, que l'on agrandit en même temps que l'on contourne les bords. Après avoir chauffé ce bloc au rouge cerise, on le transporte sous une presse munie d'une table à jour et d'un mandrin conique, qui ouvre graduellement la fente pratiquée dans l'anneau plat jusqu'à ce qu'il ait atteint la forme circulaire. Cet anneau est ensuite soumis au forgeage, qui a lieu au marteau-pilon dans des étampes appropriées à cet usage.

1865. — *Appareil destiné à couler des rondelles en acier Bessemer ou en acier fondu pour bandages de roues de wagons, de tenders et de locomotives, ainsi que pour couler des anneaux de même métal pour les frettes à canon*, par MM. de Dietrich et C°.

Comme l'indique le titre de ce brevet, l'invention réside dans les dispositions de l'appareil dans lequel s'effectue la fonte de l'acier destiné au bandage.

1865. — *Perfectionnements aux laminoirs servant à fabriquer les bandages de tous genres*, par la Société anonyme des chantiers et ateliers de l'Océan. Ces perfectionnements sont applicables aux laminoirs à axes verticaux (du système représenté sur la pl. 21), et ils consistent notamment : 1° dans une disposition d'engrenages mobiles avec leurs axes, ce qui permet aux cylindres lamineurs de se commander géométriquement, quelle que soit la distance de leurs centres; 2° dans la détermination des positions fixes des galets, lesquelles satisfont au cintrage, quel que soit, pendant le travail, le diamètre du bandage qu'on fabrique.

MACHINES OUTILS

MACHINE A RABOTER TRANSVERSALEMENT

ET A CHANTOURNER LES MÉTAUX

DITE

ÉTAU-LIMEUR

Exécutées par MM. F. ARBEY et Cᵉ, constructeurs-mécaniciens à Paris.

(PLANCHE 22.)

Depuis la publication que nous avons faite dans le volume v de ce Recueil de la petite machine à raboter, à laquelle M. Decoster avait donné le nom de *limeur*, ce genre de machine a reçu d'importantes modifications. Aussi son emploi s'est-il généralisé à un tel point qu'il n'existe peut-être plus un seul établissement de construction de machine, petits ou grands, qui ne possède un ou plusieurs *étaux-limeurs*.

Il est vrai qu'il y a entre le limeur-Décoster dont nous avons donné le dessin et les étaux-limeurs en usage actuellement des différences extrêmement sensibles, si ce n'est en principe, au moins dans la construction générale de toutes les pièces dont l'outil est composé.

L'exposition universelle de 1855 avait déjà montré divers étaux-limeurs perfectionnés envoyés par M. Whitworth, de Manchester, M. Decoster, de Paris, l'usine de Graffenstaden et MM. Smith, Beacoch et Tannett, de Leeds. Nous avons publié dans le volume VIII une des machines de ces derniers constructeurs, bien connus en Angleterre.

Malgré que nous n'ayons rien de bien radical à signaler concernant les dispositions des étaux-limeurs depuis cette exposition de 1855, nous devons cependant constater pour ces machines, comme pour la plupart des outils de construction récente, une amélioration générale dans l'agencemement des pièces, dans celles de leur forme et dans la manière

dont elles sont groupées sur un bâti plus solide, plus simple d'aspect et de construction, et présentant une plus grande rigidité dans toutes les parties.

Cette tendance générale de tous les constructeurs, tant français qu'étrangers, d'arriver à la perfection par la simplicité, soit en fondant d'une seule pièce les bâtis avec les divers supports, soit par le forgeage mieux compris des organes travailleurs, était aisément appréciable à l'Exposition universelle de Londres en 1862 pour tous les visiteurs qui, comme nous, connaissent à fond le matériel des ateliers de construction mécanique.

Mais pour rester dans l'examen spécial des étaux-limeurs, nous devons nous contenter de signaler ici, comme figurant à cette dernière Exposition, le système de limeur universel avec *deux tables* et mandrin tournant de M. Whitworth, qu'il faut toujours citer en première ligne lorsqu'il s'agit de machines-outils. Le grand modèle de ce constructeur devient une véritable machine à raboter, dite *universelle,* car la course de l'outil n'est pas moins de 0 m. 90, et il est à *retour rapide,* c'est-à-dire que par un mécanisme d'excentrique monté dans le plateau manivelle (1), l'outil, après son action relativement lente sur la pièce, revient avec une vitesse double ou triple pour attaquer à nouveau la pièce de métal qui, pendant ce temps, s'est déplacée de la largeur environ du taillant de l'outil.

Il est évident qu'une telle disposition a pour résultat une économie de temps dans le travail; mais, malgré cela, les constructeurs français appliquent peu ce système qui demande beaucoup de précision dans l'ajustage, complique un peu la machine et par suite en élève le prix. On ne sera donc pas étonné de ne pas trouver ce mécanisme appliqué au modèle représenté sur notre dessin, pl. 22, dont le caractère distinctif est principalement la simplicité de construction.

Comme M. Withworth, M. Zimmermann de Chemnitz (Saxe) avait adopté le retour rapide de l'outil, et M. Hartmann, la disposition des deux tables ou plateaux qui permettent de raboter des pièces d'une grande longueur, comme aussi, à l'aide de deux chariots distincts et indépendants, on peut agir sur deux pièces ou bien à la fois sur deux parties plus ou moins rapprochées d'une même pièce.

M. Fairbairn, l'habile constructeur de Leeds, avait aussi envoyé à l'Exposition de 1862 un étau-limeur, dont le banc, encore plus ramassé et plus solide que celui des autres constructeurs, ne différait qu'en ce que le mandrin destiné aux pièces rondes pouvait se placer, à deux hauteurs différentes, en dessus et en dessous de l'axe fileté qui détermine son mouvement de rotation.

(1) Dans la machine à mortaiser le bois, construite à l'usine de Graffenstaden, que nous avons publiée dans le volume XI, un mouvement de retour rapide est appliqué au porte-outil.

M. W. de Muir, Manchester, avait envoyé un petit étau-limeur qui différait des précédents en ce que le bouton de manivelle, qui sert à commander la pièce glissante horizontale, à l'extrémité de laquelle est fixé le porte-outil, était monté directement sur l'arbre moteur c'est-à-dire sans intermédiaire de bielle, de la même manière que dans le limeur-Decoster publié vol. v; cette disposition offre l'avantage de permettre la réduction du volume de la machine en donnant la facilité de mieux grouper les pièces, mais aussi présente l'inconvénient de produire de grands frottements lorsque le bouton de manivelle correspond à ses points morts; aussi, par cela même elle n'est applicable, en dehors même de la plus grande usure et du supplément de force absorbée, qu'à des machines de petite dimension.

L'étau-limeur, représenté planche 22, que nous allons décrire, n'offre en réalité aucun caractère apparent de nouveauté, mais, comme nous l'avons dit, ce qui le distingue c'est la simplicité même de sa construction qui, très-bien entendue, présente toutes les garanties de solidité et de bon fonctionnement. C'est un modèle de dimension moyenne, tel que feu M. Foucher, mécanicien à Paris, dont nous avons publié la machine à fondre les caractères d'imprimerie à la fin du précédent volume, les établissait.

MM. Arbey et Cie qui, à la construction des machines à travailler le bois viennent d'adjoindre celles des machines-outils à métaux, ont adopté, comme type de fabrication, une grande partie des divers modèles de M. Foucher, mais en se proposant d'en augmenter le nombre et, en créant une usine hydraulique importante dans le Doubs, au Neuf-Gouffre, d'arriver, comme ils l'ont fait pour les outils à bois, à en livrer un grand nombre à l'industrie.

DESCRIPTION DE L'ÉTAU-LIMEUR

REPRÉSENTÉ PLANCHE 22.

La fig. 1re est une élévation latérale extérieure de la machine;

La fig. 2 en est une vue de face;

La fig. 3 un plan général vu en dessus.

La fig. 4 est une section horizontale faite à la hauteur de la transmission de mouvement qui permet le déplacement vertical du banc rainé le long de la face du bâti.

Les fig. 5 et 6 représentent, en section, le banc rainé et le mécanisme actionnant le mandrin, dans le cas où ce sont des pièces de forme arrondie qui sont soumises à l'action du burin.

La fig. 7 est une section transversale passant par la ligne 1-2 de l'étau parallèle, qui est destiné à maintenir les pièces dont les faces plates doivent être rabotées.

Enfin les fig. 8 et 9 montrent, en détails, l'assemblage de la bielle, d'un côté avec le coulisseau, coupé suivant la ligne 3-4, et du côté opposé avec la manivelle motrice.

Du bati. — On doit reconnaître tout d'abord, à la simple inspection de ces figures, que le but des constructeurs en établissant cette machine a été atteint, celui de joindre à une parfaite stabilité la plus grande simplicité dans l'ajustement des organes. Ainsi le bâti A est fondu d'une seule pièce avec une tablette horizontale sur laquelle sont fixés par les boulons à vis *b* les supports B, des deux arbres de la transmission, lesquels supports sont venus de fonte avec l'appendice B′, qui sert de guide au coulisseau du porte-outil et avec la paroi verticale concave A′, dont les côtés, dressés sur les faces et taillés latéralement à queue d'aronde, servent de guide et de support à la tablette en fonte C sur laquelle est monté le banc rainé C′.

Ce bâti, quoique présentant de larges empattements pour recevoir les boulons *a* qui le fixent au sol de l'atelier, et des épaisseurs convenables dans les parties servant de supports, n'en est pas moins une pièce pouvant être aisément fondue et d'un poids relativement peu considérable, en ce que des évidements nombreux y sont ménagés pour l'alléger, et des courbes disposées pour faciliter le dépouillement du modèle.

Mouvement du porte-outil. — L'arbre premier moteur D reçoit le cône de poulies étagées P, fondues avec le pignon *p* qui engrène avec la roue R, laquelle est clavetée sur le second arbre D′, parallèle au premier, et muni de la manivelle motrice M.

Un volant V a été ajouté à l'extrémité de l'arbre D pour assurer la régularité du mouvement, précaution qui n'est pas indispensable, car peu de machines de ce genre en sont pourvues, mais dont l'application ne peut être qu'avantageuse surtout pour des transmissions de mouvement de ce genre à vitesse ralentie et à petite course.

La manivelle M est munie d'une rainure dans laquelle peut glisser la tête, en forme de T, d'un boulon *d* (fig. 3 et 9), qui la relie à la bielle E, et que l'on peut serrer en un point plus ou moins rapproché du centre, jusqu'à 0m15 d'écartement, afin de faire varier à volonté la course de l'outil, laquelle peut être alors, au maximum, de 0m30.

L'autre extrémité de la bielle est reliée de la même façon par le boulon *d′*, dont la tête pénètre dans la rainure du coulisseau E′ (fig. 3 et 8), lequel, dressé sur ses quatre faces, est ajusté à frottement dans le guide B′, raboté lui-même bien exactement; de plus, pour faciliter l'ajustage et compenser l'usure qui se produit toujours après un certain temps de service, une règle en acier *e* a été rapportée en dessus, et son contact est assuré par les trois vis de pression *e′*.

Pour pouvoir dresser l'intérieur de ce guide du coulisseau, il a fallu laisser l'un de ses côtés complétement ouvert; pour le fermer, une joue latérale F (fig. 8) a été rapprochée, puis fixée au moyen des vis *f*.

Une ouverture oblongue a été ménagée dans l'épaisseur de cette joue pour livrer passage à la tête de la bielle. Celle-ci, comme son autre articulation sur le bouton de la manivelle, est montée sur une douille en bronze *f'*, afin de faciliter la rotation et, par suite, adoucir le frottement.

La tête du coulisseau E' destinée à recevoir le porte-outil est dressée à cet effet, et présente de face des parties latérales circulaires avec ouvertures de mêmes formes pour le passage des boulons d'attache *g* de la pièce G, qui reçoit, dans des coulisses à queue d'aronde, le porte-outil proprement dit G'.

Cette disposition de coulisses circulaires permet l'inclinaison du porte-outil soit à droite, soit à gauche de la ligne verticale, et, par suite, donne la possibilité de raboter ou limer des surfaces inclinées suivant un angle plus ou moins ouvert par rapport à l'horizontal; disposition très-avantageuse obtenue ici d'une manière simple, plus simple par exemple, que dans la limeuse universelle de M. Withwort où le même effet est produit à l'aide d'une vis sans fin qui engrène avec un secteur denté faisant partie du porte-outil, ce qui exige un assemblage circulaire à queue d'aronde d'un ajustement difficile.

L'assemblage droit à queue du porte-outil, dans la pièce de tête G, permet, quelle que soit sa position, de régler sa hauteur afin d'approcher ou d'éloigner plus ou moins le taillant du burin de la pièce que l'on veut soumettre à son action. A cet effet, la vis *h* traverse un écrou fixé dans le porte-outil et est surmontée du petit volant à manette *v*, au moyen duquel on la fait tourner; et comme elle ne peut se déplacer verticalement, retenue qu'elle est dans son support, c'est le porte-outil qui monte ou descend, suivant le sens dans lequel on fait tourner le volant.

Le burin H est retenu par deux vis de pression *h'* dans une pièce H', monté entre les joues du porte-outil sur un tourillon *i*, qui lui permet de s'incliner et de glisser sur la surface rabotée pendant son mouvement en sens contraire de l'affût, c'est-à-dire quand le coulisseau se dirige de gauche à droite de la fig. 1 ; dans le mouvement inverse, le burin est arrêté verticalement, afin d'offrir la résistance nécessaire à l'effort que doit exercer son taillant pour attaquer le métal, par la tige *i*, engagée entre les joues du porte-outil et contre laquelle vient buter la pièce H'.

Du banc ou table pour le fixage des pièces a travailler. — Dans la plupart des étaux-limeurs, dans ceux du système Whitwork, comme dans celui de MM. Smith, Beacoch et Tannett, publié vol. x, l'établi qui reçoit les pièces à raboter reste fixe pendant le travail de l'outil, c'est alors celui-ci qui se déplace automatiquement de la largeur attaquée après chaque passe.

Dans le limeur de MM. Arbey et Ce, le contraire a lieu; c'est le banc rainé C', sur lequel les pièces se fixent, qui se déplace le long de la tablette C. Celle-ci, à cet effet, reçoit, dans des coulisseaux horizontaux,

les rebords du banc; et son intérieur évidé est garni dans toute sa longueur de deux tiges horizontales I et I′.

La première est filetée pour recevoir l'écrou *j*, (fig. 5 et 6) fixé au banc, de façon à pouvoir l'entraîner, soit à droite, soit à gauche, suivant que la vis tourne dans un sens ou dans l'autre.

Ce mouvement, dont l'amplitude peut être de $1^m,500$, est produit, comme dans presque toutes les machines de ce genre, par un encliquetage dépendant de la commande principale. A l'extrémité de l'arbre D′, est fixé le petit plateau *j′*, qui, au moyen d'une coulisse pratiquée dans son épaisseur, fait l'office de manivelle en recevant un boulon à T, terminé par la douille j^2, dans laquelle pénètre et se fixe, par l'une de ses extrémités, la tringle J.

L'autre extrémité de cette tringle vient s'assembler dans la coulisse d'un levier J′, monté sur un axe qui est prisonnier dans une oreille venue de fonte avec l'un des côtés extrêmes de la tablette C.

Sur ce même prisonnier est montée folle une petite roue K, dans les dents de laquelle s'engage le cliquet *k*, articulé sur le bras supérieur dudit levier J′, de telle sorte qu'à chaque oscillation communiquée à ce cliquet par la tringle J, il fait tourner la roue d'une ou de plusieurs dents, suivant l'amplitude du mouvement transmis par la manivelle *j′*; amplitude que l'on règle à volonté au moyen de la coulisse dont cette manivelle est pourvue, et de celle que possède la branche inférieure du levier J′.

Ce mouvement angulaire, que l'on fait varier, comme on sait, suivant la nature du métal et les dimensions des pièces soumises à l'action de l'outil, est transmis à la vis I, par l'intermédiaire des petits pignons dentés *k′*.

Quand on veut changer le sens de rotation de la vis, il suffit, comme on sait, de renverser le cliquet, et sa dent, qui est double à cet effet, s'engage du côté opposé de son levier de commande.

Il nous reste à expliquer maintenant l'usage de la seconde tige I′ placée, parallèlement à la vis I, à l'intérieur de la tablette C. Disons d'abord que cette tige n'est utilisée que dans le cas spécial où ce sont des pièces de formes arrondies, comme des têtes de bielles ou des roues d'engrenage ou à rochet qu'il s'agit de dresser.

Dans ce cas, le plateau rainé C′ reçoit un mandrin, tel que celui représenté fig. 5, qui est composé d'une tige en fer *l*, muni de deux cônes L, entre lesquels la pièce à travailler se trouve maintenue par le serrage des doubles écrous *l′*. La tige *l* est vissée au centre d'une douille en bronze engagée dans une cavité pratiquée pour la recevoir dans l'épaisseur du banc rainé.

Cette douille transmet le mouvement à la tige *l* au moyen du pignon *m* qui y est claveté, et qui le reçoit de la vis sans fin *m′* (fig. 6) calée sur la tige horizontale I′. Cette dernière est actionnée, comme la vis,

par la tringle J, la roue K, son cliquet *k* et les petits pignons *k'*, mais avec cette différence pourtant, c'est que le dernier pignon, au lieu d'être monté à l'extrémité de la vis I, doit l'être sur celle de la tige I', comme l'indique le cercle ponctué (fig. 1).

Pour placer la tablette C à la hauteur convenable, suivant les dimensions de la pièce à raboter et par rapport à l'outil, nous avons dit que cette tablette était ajustée à queue d'aronde, sur les bords dressés de la face verticale du bâti; elle est, de plus, munie d'un écrou en bronze *n* (fig, 5), traversé par la vis M, montée sur pivot.

C'est en faisant tourner cette vis, soit directement à l'aide du volant inférieur V', soit du volant *v'* (fig. 3 et 4), dont l'axe est supporté par une douille *a'*, venue de fonte avec le bâti, que l'on fait monter ou descendre la tablette. A cet effet, l'axe du volant *v'* est muni d'un pignon d'angle *n'*, qui engrène la roue M' fixée à la partie supérieure de la vis M.

De l'étau. — Les pièces à raboter d'assez grande dimension et de forme convenable peuvent se fixer directement sur le banc au moyen d'étrier et de boulons à T, que l'on engage dans les rainures; celles à chantourner, sur le mandrin à doubles cônes L (fig. 5), décrit précédemment; et enfin celles de petites dimensions, dans les mâchoires de l'étau (fig. 1, 2 et 7), dont le corps N s'attache par les quatre écrous *o* dans les rainures du banc.

L'une des mâchoires de cet étau est fixe, faisant partie du corps, et l'autre N' est mobile parallèlement sur celui-ci, qui est dressé à cet effet sur ses quatre faces et évidé intérieurement pour loger la vis S, laquelle traverse l'écrou *s*, fixé, en haut, à la mâchoire N', et, en bas, à une règle *n'* reliée à celle-ci par les vis *o'*.

Le serrage et le desserrage de la pièce a donc lieu parallèlement, en agissant, comme de coutume, sur la poignée S' à tige glissant dans la tête de la vis.

Bien des combinaisons d'étaux dits *parallèles* ont été imaginées depuis celle du limeur Decoster, décrite vol. V, mais nous ne pensons pas qu'aucune d'elles présente plus de simplicité que la disposition adoptée par MM. Foucher et Arbey; son exécution n'offre aucune difficulté, et, par conséquent, n'est pas dispendieuse; le serrage de la pièce est assuré et l'ajustement n'est pas susceptible de prendre du jeu rapidement.

Le poids total de l'étau-limeur que nous venons de décrire est de 2,400 kilogrammes, et son prix de 3,000 francs.

Le modèle au-dessous, du même système, de $0^m,250$ de course d'outil et $1^m,100$ de chariot, pèse 2,000 kilogrammes et est du prix de 2,600 francs.

Le plus petit modèle, ayant $0^m,200$ de course d'outil et $0^m,680$ de chariot, est du poids de 950 kilogrammes et coûte 1,300 francs.

FORME ET EMPLOI DES OUTILS D'AJUSTAGE.

M. Joëssel, ingénieur de la marine, ancien élève de l'École d'arts et métiers de Châlons, a publié, dans l'Annuaire de 1864 de la Société des anciens élèves, un rapport d'un très-grand intérêt sur des *expériences relatives à la forme et à l'emploi des outils d'ajustage faites à l'usine impériale d'Indret, à l'aide d'un dynamomètre de M. Taurines.*

Notre intention n'est pas de reproduire ce remarquable travail, mais seulement d'en extraire la partie qui a trait plus directement à la forme qu'il convient de donner au burin des machines à raboter.

« Dans les ateliers d'ajustage, dit M. Joëssel, le travail des outils consiste à couper de la matière; la matière détachée prend le nom de copeaux; le travail utile d'un outil peut donc s'évaluer en poids de copeaux. Parmi les éléments de prix de revient, le seul qu'il soit nécessaire de considérer ici, c'est le travail moteur nécessaire pour mettre l'outil en mouvement; ce travail peut s'exprimer en kilogrammètres. Si l'on parvient à déterminer les nombres de kilogrammètres absorbés par des outils de formes variées, pour détacher un poids constant de copeaux, ces nombres pourront servir de mesure à la valeur relative des outils essayés; le meilleur d'entre eux sera celui auquel correspondra le plus petit nombre. »

Tel est le problème que M. Joëssel s'est posé, c'est-à-dire celui de déterminer le travail résistant des outils sous diverses formes; c'est à l'aide du dynanomètre à rotation de M. Taurines que les expériences ont été faites.

L'auteur examine d'abord le mode de travail d'un outil d'ajustage qui, dit-il, peut être assimilé à la machine simple connue sous le nom de coin, mais dont les éléments prennent dans ce cas les noms suivants : l'angle t (fig. 10) s'appelle le tranchant, l'angle i, l'incidence sur la face à dresser, et l'arête du coin, l'arête coupante. Celle-ci n'est pas une ligne que l'on peut définir géométriquement, mais elle doit remplir un certain nombre de conditions qui suffisent pour déterminer sa forme.

Quand l'épaisseur de métal à enlever est très-petite, on peut donner au tranchant une forme plate d'une certaine largeur, mais cela devient impossible lorsque cette épaisseur dépasse un ou deux millimètres, parce que les outils ne reçoivent plus une résistance suffisante. Aussi, dans ce cas, a-t-on l'habitude de subdiviser l'opération, d'une part, en répartissant l'épaisseur de la matière en plusieurs couches que l'on enlève successivement, et, d'autre part, en réduisant la largeur de l'arête coupante.

On arrive ainsi à donner à l'outil, afin d'éviter une usure trop rapide, la forme d'une pointe un peu arrondie comme le représente la fig. 10. Après chaque passe principale, la surface de la pièce n'est pas lisse, mais

striée, et, s'il y a lieu, on en enlève les stries au moyen d'un burin à planer dont l'arête tranchante est horizontale et d'une certaine largeur.

La forme de l'arête coupante dépend donc essentiellement du genre de travail que l'on exige de l'outil; mais, dans tous les cas, sa partie active est déterminée par les valeurs des angles i et t. Les expériences de l'auteur ont eu justement pour résultat la fixation de ces derniers; ils sont :

Pour le fer.	Tranchant t =	51 deg. .
	Incidence i =	3
Pour la fonte.	Tranchant t =	51
	Incidence i =	4
Pour le bronze.	Tranchant t =	66
	Incidence i =	3

Ces angles sont indépendants de la nature des aciers employés à leur confection, et doivent rester les mêmes quelles que soient les vitesses de l'outil et les dimensions du copeau. On remarquera aussi que la différence entre l'angle d'incidence de l'outil pour le fer et la fonte n'est que de 1 degré; on peut donc, suivant l'auteur, adopter sans inconvénient les mêmes nombres pour les deux; cela simplifie à la fois la confection et l'affûtage des outils.

Voici, dit M. Joëssel, les conséquences économiques qui résultent de l'emploi des outils-types :

« Si l'on applique simultanément ces angles à tous les outils d'un atelier d'ajustage, le kilogramme de copeaux y sera obtenu avec un minimum de travail moteur. Les conséquences qui résultent de là pour de grands ateliers comme ceux de la marine, ont une importance réelle. Ainsi, à Indret, où les ateliers d'ajustage sont mis en mouvement par une force de 90 chevaux, la consommation de combustible est de 5 tonneaux par jour, représentant une somme d'environ 160 francs.

« Si on y employait des outils différant des outils-types de 6° seulement dans leurs angles essentiels, la force motrice, pour produire le même travail, devrait être :

$$\frac{1,3490}{0,9290} = 1,45 \text{ plus grande}$$

et la dépense journalière pour le combustible se trouverait, par suite, accrue de :

$$0,45 \times 160 \text{ ou } 72 \text{ francs.}$$

« Encore ce calcul suppose-t-il que la machine motrice se prête à cette élasticité d'allure; mais lorsqu'il n'en est pas ainsi, et par suite d'un accroissement dans la résistance des outils, le nombre des tours des machines diminue, les pertes peuvent encore devenir plus sensibles.

« A Indret, par exemple, dans quelques ateliers où les moteurs sont des locomobiles relativement faibles, l'emploi d'outils différant de 6° des outils-types dans leurs angles essentiels, réduirait au moins de 10 le nombre de tours nor-

mal 100 de ces machines. Si un pareil fait se produisait simultanément dans les ateliers de l'ajustage 1/10 de la solde journalière, qui est de 1,200 francs y compris les frais généraux, c'est-à-dire 120 francs, serait dépensé en main-d'œuvre sans avoir produit aucun résultat utile.

« A cela on peut ajouter les considérations suivantes :

« Le travail qu'un outil applique à la matière pour la transformer en copeaux réagit aussi sur lui-même et l'use à la longue; sa pointe s'échauffe et se détrempe peu à peu, et son tranchant s'émousse. Les outils-types, par le fait qu'ils absorbent le moins de travail pour enlever 1 kilogramme de matière, sont le moins soumis à ce fâcheux effet et durent le plus longtemps; nous avons reconnu qu'ils se conservaient en bon état avec un seul affûtage par journée de travail de 10 heures, pourvu toutefois qu'on ait le soin de les rafraîchir au commencement de chaque tiers; un mauvais outil, au contraire, est souvent usé au bout d'une heure de travail. En outre, les outils-types fatiguent le moins les machines porte-outils, et leur emploi a nécessairement une bonne influence sur la régularité et le fini des travaux d'ajustage. »

L'auteur fait suivre ces conséquences économiques des considérations suivantes sur la forme générale des outils d'ajustage :

« 1° Un outil doit pouvoir se forger en un petit nombre de chaudes, deux ou trois au plus; et sa partie active ne doit pas être obtenue par un refoulement, parce que cette opération altère la qualité de l'acier;

« 2° Son tranchant doit être dégorgé de manière à permettre l'affûtage et avoir une faible étendue, pour ne pas rendre cette opération trop pénible. La règle que l'on peut suivre à cet égard, c'est de faire la longueur de l'arête tranchante égale à une fois et demie à deux fois la largeur du copeau que l'on veut obtenir;

« 3° Sous le rapport de la solidité, un outil peut être considéré comme un solide encastré dans le porte-outil, et sollicité à son extrémité par une force égale à la réaction du copeau. Les sections, depuis l'encastrement jusqu'à la pointe, doivent donc varier conformément aux lois de la résistance des matériaux relatives à ce cas;

« 4° L'outil doit être combiné de manière à permettre au copeau de se dégager sans se briser. C'est pour cela qu'on a l'habitude d'incliner l'arête tranchante sur la direction du chemin que l'outil parcourt;

« 5° Dans les machines alternatives, le tranchant ne doit pas pénétrer de front dans la matière, mais successivement, d'abord par sa naissance, et en dernier lieu par sa pointe, de manière à éviter à la fois, et le choc qui tend à se produire au début des passes et la rupture de la pointe;

« 6° L'outil doit tendre à sortir de la matière et non à s'y engager, lorsqu'il cède sous l'action du copeau, soit par flexion, soit par le jeu de son chariot. C'est pour obtenir ce résultat que, dans les machines à raboter, la pointe du taillant est renvoyée en arrière de la face avant de l'outil, comme cela est indiqué fig. 10.

« 7° Enfin, l'outil doit demander, pour sa confection, le moins d'acier possible. C'est dans ce but que, dans quelques établissements, on a introduit l'usage des porte-outils en fer. L'outil, dans ce cas, peut être pris dans des barres de

faible échantillon; il en résulte, non-seulement une économie, mais encore une garantie de bonne qualité pour l'acier. »

M. Joëssel passe ensuite à la recherche de la vitesse relative, et des serrages avec lesquels il convient de faire fonctionner les outils d'ajustage.

Dans les machines à aléser, les machines à percer et les tours, la vitesse linéaire de l'outil est uniforme; dans les limeurs et les machines à buriner, ce mouvement étant obtenu au moyen d'une manivelle, on entend par vitesse de l'outil sa vitesse moyenne, c'est-à-dire la course entière divisée par le temps employé à la parcourir.

Le serrage a pour but de maintenir l'outil engagé dans la matière; dans les machines alternatives, il se fait au début de chaque passe secondaire.

L'allure rapide de l'outil, d'après les expériences de l'auteur, donne les meilleurs résultats comme production de travail, mais elle ne peut être augmentée, ainsi que le serrage, au delà d'une certaine limite, sans exposer l'outil à des échauffements qui le détrempent et font perdre beaucoup de temps en réparations et en affûtages.

Ainsi, dans les machines à mouvement continu, les tours, aléseirs, etc., on peut combiner 10 cent. de vitesse avec $0^{mill.}5$ de serrage; et, dans les machines à mouvement alternatif, limeurs, raboteurs, etc., 10 cent. de vitesse et 1 mill. de serrage.

Toutefois, ajoute l'auteur, il peut se présenter dans un atélier des circonstances où l'usage de nombres aussi élevés deviendrait désavantageux; c'est lorsque les travaux ne sont pas pressés, sans qu'il y ait lieu de réduire le personnel. Dans ce cas, les économies sur la force motrice sont les seules que l'on puisse faire; par conséquent, il faut mettre les machines-outils à une allure telle que, par kilogramme de matière enlevée, elles absorbent un minimum de travail.

La vitesse, qui donne la propriété à l'outil de couper un poids déterminé de matière avec un minimum de travail, a été trouvé :

Pour le fer, de.	55 mill.
Pour la fonte, de.	40
Pour le bronze, de.	65

Et le serrage des machines alternatives de $0^{mill.}15$ pour les petites; 0^{mill} 20 pour les moyenne, et $0^{mill.}25$ pour les grandes.

La poulie motrice de toutes les machines-outils doit être calculée de manière à donner à l'outil une vitesse relative de 10 cent., lorsque le moteur développe son maximum de puissance; les vitesses inférieures ne doivent être obtenues que par le ralentissement du moteur.

APPAREILS DE LEVAGE

GRUES ROULANTES

A CHARIOT ET A VAPEUR

POUR LE TRANSBORDEMENT ET LE DÉCHARGEMENT DES MARCHANDISES

Exécutées par L. A. QUILLACQ, ingénieur-constructeur à Anzin

(PLANCHES 23 ET 24)

Dans un précédent article, nous avons décrit l'un des types les plus perfectionnés de grue roulante, à chariot mobile, actionnée à bras d'homme. Mais nous devons dire que, malgré les excellents services que rendent ces sortes d'appareils, d'ailleurs très-bien exécutés, et dont les manœuvres sont simples et faciles, le travail qu'ils peuvent produire est nécessairement limité, surtout lorsqu'il s'agit du soulèvement et du déplacement de fortes charges, en ce sens que le nombre d'hommes et, par suite, l'effort exercé étant relativement peu considérable, l'élévation du fardeau ne peut être produite qu'avec une extrême lenteur.

On a donc cherché à appliquer un moteur à vapeur, comme dans les grues à pivots, fixes ou locomobiles, afin d'obtenir pour les cas de marchandises lourdes, encombrantes et arrivant en grandes quantités, des avantages sérieux résultant à la fois de la promptitude des manœuvres et du personnel restreint employé pour effectuer les transbordements.

Mais alors, l'appareil doit, comme pour les ponts roulants en usage dans les ateliers de montage (1), pouvoir exécuter trois mouvements complétement distincts et relativement rapides, savoir : 1° l'élévation

(1) Nous avons donné, pl. 2 de ce volume, le dessin d'un très-beau pont de ce genre, étudié et exécuté sous la direction de M. Neustadt, pour les ateliers de l'arsenal de Brest.

faible échant
garantie de

M. J
serrage
D
vite

[illegible] dans le sens longitudinal [illegible] sur les bords parallèles du [illegible] sur lequel roule ledit [illegible] le problème de [illegible] pour les grues à [illegible] et dont l'orientation, qui ne [illegible] se fait le plus ordinairement [illegible] qui sont toujours en nombre suffisant. [illegible] d'une seule machine motrice, compliquée [illegible] ou bien appliquer trois [illegible] alternativement pour exécuter les trois manœuvres ?

M. Quillacq a résolu le problème des deux manières : sa première grue roulante à vapeur, pour laquelle il s'est fait breveter en décembre 1861, et qu'il a exécutée dans ses ateliers, et montée depuis à la gare de marchandises du chemin de fer du Nord, à La Villette, comportait trois cylindres à vapeur dont chacun des pistons agissait sur une transmission spéciale destinée à une manœuvre unique.

L'avantage de cette première disposition, que M. Quillacq a continué à appliquer sur plusieurs autres appareils actuellement en service, est de rendre les manœuvres extrêmement faciles, en même temps que, toutes les pièces du moteur et des transmissions se trouvant pour ainsi dire indépendantes les unes des autres, la visite, l'entretien et au besoin la réparation de chacune d'elles en particulier, peuvent se faire promptement, avec une grande commodité et, comme conséquence, par des ouvriers d'une habileté ordinaire.

Quand, au contraire, on dispose de bons ouvriers, très-exercés dans la manœuvre et l'entretien des machines à vapeur, comme le sont les mécaniciens employés dans les compagnies de chemins de fer, on peut faire l'application de mécanismes plus compliqués, exigeant plus de précision dans l'exécution et le montage, et peut-être aussi demandant plus de soin et de connaissances pratiques pour les faire fonctionner régulièrement.

Considéré sous ce point de vue, l'emploi d'une seule machine motrice peut paraître plus simple, et explique le choix qu'en ont fait MM. les ingénieurs des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

Pour permettre à nos lecteurs d'apprécier les deux dispositions de grues roulantes à vapeur dont il s'agit, nous en donnons les dessins sur les pl. 24 et 25, et une description détaillée qui en fait bien voir la construction.

DESCRIPTION DE LA GRUE ROULANTE A VAPEUR DE DIX TONNES

REPRÉSENTÉE PLANCHE 23.

Il existe deux grues conformes à celle représentée pl. 24, toutes deux établies pour le service du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, l'une à Marseille, l'autre à la gare de Bercy-Nicolaï, à Paris.

La fig. 1 est une coupe longitudinale faite par le milieu de l'appareil complet en fonctionnement;

La fig. 2 en est une section transversale faite suivant la ligne 1-2, passant par le chariot, et vue du côté du générateur de vapeur;

La fig. 3 est au plan du pont en tôle, vu partie recouvert de son plancher, et partie les poutres découvertes et en sections;

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/60 de l'exécution.

La figure 4 représente en détail, à une échelle double des figures précédentes, une section transversale partielle du tablier, des poutres et des consoles qui les relient aux chevalets;

La fig. 5 est une élévation de face du côté des leviers de manœuvre de la machine motrice;

Enfin, la fig. 6 montre en détail la disposition de la noix, avec laquelle engrène la chaîne servant à l'élévation des fardeaux.

On voit à l'inspection de ces figures que le mécanisme complet de cette grue comprend:

1° Un pont en tôle supporté par deux chevalets et sur lequel roule un chariot disposé de manière à transporter les fardeaux dans le sens longitudinal de l'appareil;

2° Un mécanisme de transmission permettant de faire circuler la grue tout entière, qui est portée par 4 roues reposant sur des voies disposées au niveau du sol, perpendiculairement à la longueur du pont;

3° Une machine à vapeur avec les organes nécessaires pour communiquer alternativement le mouvement d'élévation du fardeau, celui de translation du chariot sur le pont et le déplacement de tout l'appareil sur les voies;

4° Enfin, une chaudière tubulaire horizontale.

Pont et chevalets. — La charpente de cette grue est composée du pont en tôle A supporté par les deux chevalets en bois de chêne B, lesquels sont montés sur les quatre roues en fonte C, qui sont cerclées avec des bandages en acier. Les chevalets et le pont sont reliés au moyen des doubles consoles en tôle D et D′, de manière à rendre l'ensemble d'une rigidité parfaite.

Les chevalets sont espacés de 12 mètres. Cette grande portée permet de placer de front, sous le pont, au moins trois véhicules, wagons ou chariots.

Le pont est formé de deux maîtresses poutres en tôle *a*, ayant cha-

cune 16m400 de longueur et 0m656 de hauteur. Ces poutres ont la forme d'un double T; l'âme a 6 millimètres d'épaisseur, les plates-bandes *a'*, du dessus et du dessous, ont 0m300 de largeur et 15 millimètres d'épaisseur; l'âme et les plates-bandes sont réunies par des cornières de 65 millimètres de côté et 9 millimètres d'épaisseur.

Les poutres sont assemblées vers les deux extrémités par des cloisons en tôle *b*, formées chacune d'une âme de 6 millimètres d'épaisseur, et de cornières de 65 millimètres de côté et 9 millimètres d'épaisseur; le milieu est libre pour permettre le déplacement du chariot; les cloisons sont, dans cette partie, remplacées par des armatures *b'*, en fer à T de 100 millimètres sur 70 millimètres et 10 millimètres d'épaisseur, destinées à empêcher l'âme des poutres de se voiler.

L'écartement des deux poutres est, d'axe en axe, de 1 mètre. En dehors se trouvent deux fers *c*, à double T, de 18 centimètres de hauteur, 10 centimètres de largeur et 10 millimètres d'épaisseur, qui sont parallèles aux poutres et reliés à celles-ci par des consoles en tôle *c'*, de 6 millimètres d'épaisseur, consolidées par des cornières de 55 millimètres de côté et 9 millimètres d'épaisseur.

Ces fers ont pour but de supporter les bords du plancher en bois E qui, ouvert au milieu, repose sur des longrines en bois *e* fixées aux plates-bandes supérieures des poutres; ce plancher est formé de deux épaisseurs superposées à joints inclinés en sens inverse, comme on le voit sur le plan fig. 3.

Les quatre consoles D, qui sont reliées, d'un côté, aux faces internes des montants verticaux B des chevalets, et, d'autre part, aux semelles horizontales des maîtresses poutres du pont, sont chacune réunies à celles-ci par des boulons (comme l'indique le détail au 1/10, fig. 7, qui est une section faite suivant la ligne 3-4 de la fig. 1), au nombre de 12, placés de chaque côté, et serrés par de doubles écrous *d*, arrêtés par des goupilles. A l'endroit de la réunion du dessus des consoles avec les semelles des poutrelles, les têtes des rivets de celles-ci sont fraisées dans l'épaisseur de la tôle. L'âme des consoles D a 10 millimètres d'épaisseur, ainsi que ses cornières qui ont 100 millimètres de largeur et 70 de hauteur; des fers à T *d'*, de 100 sur 70 et 10 millimètres d'épaisseur, sont en outre appliqués sur les deux faces de ces consoles pour les consolider.

Les quatre consoles D', qui soutiennent le pont en dehors de la portée, sont moins développées, mais leur construction est identique aux premières.

Chariot. — Sur le plancher, directement au-dessus des deux grandes poutres, sont fixés parallèlement les deux rails Brunel, à double empattement *e'*, sur lesquels roulent les quatre galets à joues *f* du chariot, dont les essieux tournent dans des paliers qui font partie des deux flasques en fonte F, lesquelles, réunies par l'entretoise F' également en fonte, forment le chariot proprement dit.

Les flasques de ce chariot sont, en outre, reliées latéralement par deux forts boulons en fer *f'* (fig. 1), et, en dessus, par l'axe du galet à joues *g*, destiné à supporter la chaîne sans fin servant à sa translation, et qui, à cet effet, est attachée par ses deux bouts à l'entretoise du milieu au moyen de boulons à vis *g'*, permettant de la tendre suivant le besoin. L'évidement inférieur de ces flasques est disposé pour recevoir les paliers des arbres en fer des deux poulies de renvoi en fonte G de la chaîne d'enlevage. Ces poulies, ainsi que celle G' du crochet, portent à leur circonférence l'empreinte exacte de la chaîne, afin d'éviter la déformation de ses maillons.

Le chariot est aussi muni d'un timbre *h* (fig. 2), qui avertit le machiniste si, par distraction, il ne s'en apercevait pas, ou que le fardeau est arrivé à la hauteur maximum, ou, dans la manœuvre de sa translation, qu'il est arrivé à la limite extrême, à droite ou à gauche, de la portée du pont.

Dans le premier cas, c'est la sébile *h'*, fixée au-dessus du crochet, qui, venant rencontrer le contre-poids H, le soulève, et, par l'intermédiaire de leviers, fait frapper le marteau sur le timbre; dans le second cas, le même effet est produit au moyen d'une tringle verticale *i* (fig. 2), fixée en un point déterminé sur le plancher, et contre laquelle vient buter un levier monté à l'extrémité de l'arbre qui porte le marteau du timbre.

Machine motrice et son générateur. — La machine à vapeur, comme on le reconnaît à l'inspection de la fig. 5, est à deux cylindres conjugués de 0m200 de diamètre intérieur et 0m200 de course; l'arbre moteur I, supporté par des paliers fondus avec les flasques du fort bâti en fonte I', est par conséquent à double coude, comme ceux des locomotives à cylindres intérieurs; il porte à l'une de ses extrémités le pignon conique J qui, par la roue J', l'arbre vertical K et la paire de petites roues d'angle K', commande la transmission des galets de translation de la grue sur les voies du quai.

Le pignon J est monté fou sur l'arbre moteur, il ne peut alors transmettre le mouvement que lorsqu'il se trouve embrayé par le manchon conique de friction *j*, lequel se serre et se desserre par une vis que l'on manœuvre à l'aide du volant à manette *j'*.

A l'extrémité opposée de ce même arbre est clavetée la roue droite L qui, par une roue semblable, mais d'un plus grand diamètre L' (fig. 1 et 5), actionne un arbre intermédiaire *k*, sur lequel sont montés fous deux pignons qui peuvent être débrayés ou embrayés à volonté, et qui commandent, l'un le mouvement d'enlevage, l'autre celui de la translation du chariot.

Ces deux mouvements sont communiqués au moyen des chaînes ordinaires M et M', engrenant avec les noix *m* et *m'* qui, en fer forgé et cémenté, porte exactement l'empreinte des maillons.

La chaîne d'enlevage M, lorsque le fardeau monte, tombe dans une

caisse en tôle H′, placée sous la noix ; elle est, à cet effet, guidée par un galet *n* (voyez fig. 1 et 6) dont l'axe est supporté par l'étui en fonte N, qui entoure la demi-circonférence de la noix pour servir de coursier à la chaîne dans cette partie, et par suite assurer l'engrènement de ses maillons dans les empreintes de la noix.

Quant à la chaîne M′, qui sert à la translation du chariot, elle n'a besoin ni d'être emmagasinée ni guidée, puisqu'elle forme chaîne sans fin, en venant entourer la demi-circonférence de la poulie de renvoi à empreinte *n′* (fig. 1), et en ayant ses deux extrémités fixées à la traverse F′.

Le support N′ de la poulie *n′* est fixé très-solidement aux maîtresses poutres du pont, parce qu'en outre de l'effort de traction que la chaîne M′ exerce sur ce support, il sert en même temps de point d'attache à la chaîne d'enlevage M, qui est reliée à la forte traverse en fer *o*, formant entretoise, au moyen d'une chape et d'un boulon.

Les tiroirs de la machine à vapeur fonctionnent par l'intermédiaire d'une coulisse de Stephenson *l*, que l'on manœuvre à l'aide du levier à main *l′* pour produire les changements de vitesse, ainsi que la marche en avant et en arrière. Le levier de mise en train *o′*, qui permet l'introduction de la vapeur dans la boîte O, contenant les tiroirs de distribution, se déplace sur un secteur O′ fixé à l'une des entretoises supérieures qui relient les deux flasques du bâti.

La machine est pourvue de deux freins destinés, l'un, à maintenir le chariot en place, l'autre, le fardeau en suspension ; quand les pignons de l'arbre intermédiaire sont débrayés, la poulie du premier est fixée sur l'arbre de la noix *m′*, et son cercle de friction se commande par le levier P, placé à la disposition du machiniste, à droite de la machine (fig. 5). Le levier P′ du second est à gauche, et le cercle de friction qu'il commande agit sur la circonférence de la grande poulie Q, fixée sur l'arbre intermédiaire *k*.

L'embrayage et le débrayage des deux pignons, qui sont montés fous sur cet arbre afin de transmettre alternativement le mouvement à l'une ou à l'autre des noix ou l'interrompre à volonté, est obtenu à l'aide de leviers articulés *p*, commandés par une tige filetée horizontale que le machiniste fait tourner à droite ou à gauche, en agissant sur la manivelle *p′*.

Le générateur de vapeur est une chaudière tubulaire horizontale Q′, disposée exactement comme celles des locomotives ; elle est placée, par rapport à la machine, à l'extrémité de la grue. Cette disposition a peut-être l'inconvénient d'obliger à de longues conduites de vapeur, et d'occasionner un peu de condensation dans le trajet ; mais elle a l'avantage de reporter le poids des appareils à peu près également sur les deux chevalets.

L'alimentation se fait au moyen de la pompe *q*, fixée après le chevalet

du côté de la machine (1) ; elle est commandée par l'intermédiaire de la bielle en bois q' (fig. 2 et 5), dont la tête est reliée à un bouton de manivelle placée sur la roue d'engrenage L', fixée, comme il a été dit plus haut, sur l'arbre intermédiaire k de la machine motrice.

Sur le même chevalet et au-dessous de la pompe, est installée la bâche à eau R, dans laquelle on peut réchauffer l'eau, au moyen d'un tuyau communiquant avec l'échappement des cylindres à vapeur.

Le moteur et la chaudière sont préservés de la pluie par les toitures en tôle S qui les recouvrent, et qui sont supportées par des armatures en fer S', fixées sur le pont. Tout autour de celui-ci est disposée une rampe T, ou garde-fou en fer forgé, permettant de circuler sans danger.

Pour permettre au chauffeur de visiter au besoin l'intérieur de la boîte à fumée du générateur, un petit plancher T' (fig. 2), monté à charnière pour pouvoir être relevé, est appliqué à l'extrémité du pont, vis-à-vis la chaudière.

Afin de simplifier le service autant que possible, le combustible nécessaire pour alimenter le foyer, au lieu d'être monté à bras d'hommes par l'échelle de service U, est soulevée par le moteur au moyen de la corde U' qui, venant s'enrouler sur le tambour s (fig. 5), fondu avec la roue L fixée sur l'arbre moteur, passe sur les deux poulies de renvoi s' suspendues aux deux toitures, et descend verticalement par une ouverture ménagée au plancher près de la chaudière, et que l'on ferme à l'aide d'une trappe.

Mouvement de translation de la grue. — On a vu plus haut que la commande du mouvement de translation de tout l'appareil, sur la voie ferrée (fig. 1) établie sur le quai, est produite au moyen des deux paires de roues d'angle J, J' et K', lorsque le cône d'embrayage j se trouve serré sur l'arbre moteur de la machine (fig. 5).

Or, l'une des deux roues K' est fixée à l'une des extrémités de l'arbre horizontal t, qui, régnant sur toute la longueur du pont, est supporté de distance en distance par les supports t', et formé de plusieurs sections réunies par des manchons.

Cet arbre reçoit, vers ses deux bouts, des pignons d'angle qui engrènent avec de petites roues semblables, fixées au sommet des deux arbres u et u', montés verticalement de chaque côté des chevalets auxquels ils sont reliés par de petits supports en fonte munis de coussinets en bronze. De plus, ils reposent par leur partie inférieure sur des crapaudines et sont munis, directement au-dessus d'elles, des pignons d'angle v et v' qui engrènent avec les roues V et V'. Celles-ci sont montées

(1) Sur la fig. 2, qui représente le chevalet de droite, côté où se trouve la chaudière, nous avons indiqué la pompe, le réservoir d'eau et l'échelle de service, mais c'est sur le chevalet de gauche que ces engins doivent être appliqués. Nous nous sommes permis de faire cette transposition afin d'éviter la répétition d'une seconde vue du chevalet.

sur de petits arbres horizontaux x et x' qui portent, à l'extrémité opposée, les pignons y et y' engrenant avec les roues droites Y et Y', lesquelles sont fixées sur des arbres parallèles et munis des pignons qui commandent, en dernier ressort, les roues X, clavetées sur les axes des galets de roulement C.

Travail de l'appareil. — Par suite des rapports existant entre les roues et les pignons commandant l'arbre de la noix m qui, par l'intermédiaire de la chaîne M, élève le fardeau, cette noix fait 0 tour 134 pour un tour de l'arbre premier moteur, actionné directement par les bielles de la machine à vapeur. Ce qui correspond à un enroulement sur la noix de 0^m093, et, comme la chaîne est mouflée, l'élévation du fardeau ne se trouve plus être que de la moitié de cette quantité,

soit 0^m0465 par tour de la machine.

Or, en admettant que celle-ci fasse 60 à 65 tours par minute, 3 minutes au maximum suffiraient, pour élever un poids de 10,000 kil. à 3 mètres de hauteur. Cette vitesse d'ascension pourrait être aisément augmentée, car les machines sont disposées pour fonctionner à raison de 100 tours par minute.

Le fardeau soulevé, il faut opérer sa translation dans le sens longitudinal de l'axe du pont, ce qui s'obtient comme on a vu, en agissant sur la manivelle p' effectuant le débrayage des pignons de l'arbre intermédiaire k qui commande les deux noix m et m'.

Cette dernière fait 0 tour 216 pour un tour de la machine et enroule 0^m08 de chaîne : le chariot avance par conséquent de cette quantité,

soit environ 8 mètres par minute,

en admettant la vitesse de 100 tours pour la rotation de l'arbre premier moteur.

Le déplacement de tout l'appareil sur les voies ferrées du quai, après que l'on a débrayé les deux pignons de l'arbre intermédiaire et serré le cône de friction j, peut être produit, en admettant une vitesse de 200 tours pour la machine, à raison de 8^m700 par minute.

Le rapport des engrenages donne, en effet, 0 tour 0154 pour un tour de la machine, ce qui, par conséquent, fait avancer les galets sur leurs rails, ceux-ci ayant 0^m90 de diamètre, de :

$$0{,}90 \times 3{,}14 \times 0{,}0154 = 0^m0435,$$

$$\text{soit } 0^m0435 \times 200 = 8^m700 \text{ par } 1'.$$

Le poids de cette grue est, en métaux ouvrés, de 29,900 kilog., et en bois de chêne, de 9,100 kilog.,

soit, pour le poids total, de 39,000 kilogrammes.

DESCRIPTION DE LA GRUE ROULANTE A VAPEUR

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2 DE LA PL. 24.

Cette grue ne diffère pas, quant aux dimensions principales et à la construction de la charpente, de celle que nous venons de décrire; mais les diverses transmissions de mouvement, et surtout l'agencement et les dispositions de la puissance motrice, présentent des différences très-sensibles. Le constructeur a eu en vue principalement la suppression des chaînes en leur substituant des arbres. Il est ainsi parvenu à transmettre les mouvements d'une manière continue et sans saccades.

Ainsi, au lieu d'une seule machine à vapeur à deux cylindres accouplés, ce sont trois machines distinctes qui, fonctionnant chacune séparément, transmettent les trois mouvements :

1° D'enlevage du fardeau, au moyen d'un treuil à chaîne mouflée;

2° De déplacement du chariot dans le sens longitudinal du pont;

3° De la translation de la grue sur les voies ferrées du quai.

En outre, les trois machines, montées avec tous leurs accessoires sur une même plaque en fonte, sont disposées verticalement contre l'un des chevalets, de sorte que le machiniste, au lieu de se tenir sur le pont, se trouve à une faible distance du sol, sur un petit plancher disposé à cet effet.

L'élévation longitudinale de cet appareil, fig. 1, et la vue par bout du côté des machines motrices, fig. 2, permettront d'en bien apprécier la disposition.

On voit tout d'abord que, comme nous venons de le dire, la charpente de cette grue, composée du pont en tôle A relié par les consoles D et D′ aux chevalets B et B′, ne diffère pas de la grue précédemment décrite.

On reconnaît aussi que les trois cylindres à vapeur I, J, K sont fixés verticalement sur la même plaque en fonte L, boulonnée solidement contre le chevalet de droite B, lequel est garni à cet effet d'un cadre en charpente destiné à le renforcer.

Élévation du Fardeau. — Le cylindre I, placé au milieu des deux autres, est, comme on le remarque, d'un diamètre plus fort; car, c'est lui qui commande l'élévation de la charge. A cet effet, la tige de son piston est reliée par la bielle à fourche I′ à l'arbre coudé *i*, muni des deux volants *l* et du pignon d'angle *i′*. Celui-ci engrène avec la roue *l′*, fixée à l'extrémité inférieure de l'arbre vertical L′, lequel commande, par le pignon *m* et la roue d'angle *n*, l'arbre horizontal N, placé parallèlement aux maîtresses poutres du pont, et régnant sur presque toute sa longueur.

Cet arbre donne le mouvement au treuil G, au moyen du pignon *g* et de la roue d'angle G′; il est supporté à ses deux extrémités par deux paliers fixés sur le tablier du pont, et entre ceux-ci par des équerres

mobiles g', terminés des deux bouts par des fourches, entre lesquelles l'arbre passe et se repose, et qui oscillent sur des tourillons fixes, afin de livrer passage au chariot, et pouvoir se relever immédiatement derrière lui, de sorte que cet arbre ne reste jamais sans soutien.

Le pignon g, qui engrène avec la roue d'angle G', tourne dans un manchon monté sur l'arbre N, au moyen d'une clavette engagée dans une rainure existant dans toute sa longueur, et qui, de plus, est relié au chariot, de telle sorte que celui-ci, en se déplaçant, l'entraîne toujours pour le maintenir constamment engrené avec sa roue, quelle que soit la place qu'il occupe sur le pont.

Le chariot est formé d'un châssis en bois F, porté par deux essieux et quatre galets à joues f qui reposent et roulent librement sur les deux rails Brunel e', fixés directement au-dessus des maîtresses poutres a du pont en tôle.

Déplacement du chariot. — La tige du piston du cylindre J transmet par la bielle J' le mouvement à l'arbre j, muni du volant p et du pignon d'angle j'; celui-ci engrène avec la roue n, dont l'arbre vertical M' reçoit à son sommet le pignon p' qui, par la roue d'angle P', commande l'arbre horizontal M'.

Ce dernier, placé parallèlement à l'arbre N, est comme lui supporté à ses extrémités par deux paliers fixes, et en deux points également espacés sur sa longueur, par des équerres o qui, en oscillant sur un centre fixe, présentent alternativement chacune de leurs branches.

Cet arbre M' est muni du pignon d'angle m, qui est maintenu engagé dans les dents de la roue F', calée sur l'axe d'un des galets du chariot au moyen d'un manchon à clavette, lequel, boulonné au bâti F par une patte venue de fonte, glisse dans une rainure pratiquée sur toute la longueur de l'arbre.

Translation de la grue. — Cette manœuvre s'effectue à l'aide du cylindre à vapeur K, dont la bielle K' actionne l'arbre k muni du volant S et du pignon k', lequel engrène avec la roue d'angle s, fixée vers le milieu de l'arbre vertical u.

Par sa partie inférieure, cet arbre, au moyen du pignon v, de sa roue d'angle V, et du pignon droit x engrenant avec la roue X, donne le mouvement à l'un des galets C, sur l'axe duquel cette dernière roue est fixée.

Pour que l'avancement des deux chevalets ait lieu bien parallèlement, une transmission semblable est établie de l'autre côté, afin d'actionner le galet qui se trouve vis-à-vis du premier commandé. A cet effet, l'arbre u est muni à son sommet de la roue d'angle s' qui engrène avec celle t, fixée sur l'arbre horizontal T, dont le bout opposé, au moyen de la paire de roues d'angle t', donne le mouvement à l'arbre vertical u' qui, en définitive, commande le galet par les engrenages u', v' et x', X'.

DESCRIPTION DE LA GRUE DE DÉCHARGEMENT DES BATEAUX

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 3 A 7 DE LA PL. 24.

Comme dans l'appareil précédent, les trois mouvements d'enlevage, de déplacement du chariot et de translation sur la voie ferrée, sont commandés dans cette nouvelle grue par trois machines à vapeur séparées; mais, au lieu que ces machines se trouvent groupés sur une même plaque fixée verticalement contre l'un des chevalets, elles sont installées sur le pont, à l'extrémité opposée du bord du quai.

La fig. 3 représente cette grue en élévation longitudinale;

La fig. 4 en est une section transversale, faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 5, un plan vu en dessus de la partie droite du tablier, sur laquelle sont montées les trois machines motrices.

Ces trois figures sont dessinées au 1/120 de l'exécution, c'est-à-dire à une échelle moitié plus petite que celles des figures 1 et 2, représentant la grue décrite plus haut.

Les fig. 6 et 7 montrent en détails, de face et de côté, la disposition des engrenages opérant le mouvement de translation.

Comme on le voit, la charpente de cette grue est complétement en bois. Les poutres formant le pont se composent chacune de trois longrines A, placées à côté l'une de l'autre et réunies par des boulons : celle du milieu est en chêne, elle a 0^m400 de hauteur et 0^m120 d'épaisseur; les deux autres sont en sapin, et ont une section de 0^m400 sur 0^m200.

Ces poutres sont soutenues par les tirants de suspension *a* en fer, de 45 mill. de diamètre, supportés par les consoles *b* et roidis au milieu par les émérillons *a'*.

Les chevalets B et B' sont en chêne, leur assemblage avec les poutres est consolidé par les consoles en fonte *b'*. Les poutres dépassent le chevalet du côté du bord du quai d'environ 5 à 6 mètres, afin que le chariot roulant puisse avancer jusqu'au-dessus du bateau dans lequel on prend les fardeaux.

L'écartement des poutres est, d'axe en axe, de 2^m900. Cette grande largeur a pour but de permettre aux fardeaux volumineux de passer entre les montants des chevalets, quand on les transporte du bateau sur le quai, ou réciproquement.

Le plancher nécessaire pour circuler sur le pont de la grue est porté par de petites consoles en fer plié, qui sont fixées aux poutres longitudinales A; à l'extrémité de chaque console est placé un montant pour le garde-fou.

L'enlevage se fait au moyen du treuil à gorge G, dont l'axe tourne dans des paliers fixés sur le chariot roulant, lequel est formé d'un châssis en bois porté par deux essieux garnis des quatre galets *f*.

La machine commandant ce mouvement est composée du cylindre

horizontal à vapeur I, actionnant le treuil par l'intermédiaire des deux paires de roues d'angle *i*, *l*, *g*, G′, et de l'arbre horizontal N, de 90 mill. de diamètre et de 18 mètres de longueur, placé sur le pont parallèlement aux poutres. Le pignon *g*, qui engrène avec la roue G′, tourne, comme dans la grue précédente, dans un manchon fixé au chariot, de manière à le faire glisser sur l'arbre, quand le chariot se déplace longitudinalement.

La machine J qui opère ce déplacement est montée horizontalement à côté de celle I ; elle actionne un pignon *j′* qui commande la roue droite P′, dont l'axe est muni d'une noix *m′* (fig. 4 et 5) engrenant avec la chaîne sans fin M.

La translation de la grue sur les voies du quai a lieu sur les quatre galets en fonte C, cerclés avec des bandages en fer de 0m850 de diamètre extérieur. Deux de ces galets qui se font vis-à-vis sont mis en mouvement par la petite machine verticale à vapeur K, qui actionne, par le pignon *k* et la roue *s*, l'arbre horizontal T, T′, et celui-ci, par les deux paires de roues d'angle *t* et *t′*, les arbres verticaux *u* et *u′*. Ces derniers, comme dans la grue précédente, font tourner les galets par l'intermédiaire des pignons *v* et *x* et des roues V et X (voir les fig. 6 et 7).

L'arbre horizontal de transmission T, T′ est formé de deux tronçons, superposés et réunis vers le milieu par de petits pignons. Cette combinaison, en limitant à la moitié de sa longueur la transmission, a pour but d'éviter la torsion de cet arbre.

Les trois machines sont alimentées de vapeur par la chaudière tubulaire verticale Q′, fixée au chevalet qui est sous les machines. Cette disposition évite tout entraînement d'eau du réservoir de vapeur dans les cylindres ; de plus, le générateur étant placé à une très-faible hauteur au-dessus du sol, il n'est pas nécessaire de monter le charbon, et l'un des hommes occupés à la manœuvre des fardeaux peut entretenir le feu. L'alimentation de la chaudière est faite par un injecteur Giffard, qui prend son eau dans une bâche placée près de la chaudière.

En supposant la chaîne de traction M mouflée, cette grue peut enlever 12,000 kilogrammes ; sa portée, mesurée d'axe en axe des chevalets, est de 12m500.

Le cylindre à vapeur de la machine qui commande le treuil a 0m250 de diamètre intérieur, et son piston une course de 0m250 ; la pression moyenne effective peut s'élever à 5 atmosphères. Le treuil a 0m300 de diamètre, et d'après les rapports des engrenages qui l'actionnent, il fait 0,08 pour 1 tour de la machine. Le fardeau monte donc de :

$$\frac{0,300 \times 3,14 \times 0,08}{2} = 0^{m}038$$

pour une révolution complète de l'arbre premier moteur.

Le cylindre de la machine opérant le déplacement du chariot a 0m140 de diamètre, et son piston une course de 0m250 ; la noix fait

pour une double pulsation $0^{t}145$, et par suite enroule $0^{m}800$ de chaîne, par conséquent le chariot avance de cette quantité à chaque révolution de l'arbre moteur.

La machine qui commande le mouvement de translation de la grue a un cylindre de $0^{m}200$ de diamètre, et un piston de $0^{m}250$ de course. Les galets font $0^{t}0334$ pour un tour de l'arbre à manivelle, et font, par conséquent, avancer la grue de

$$3,14 \times 0^{m}85 \times 0,034 = 0^{m}089.$$

Deux grues, exactement semblables au modèle représenté fig. 3 à 7, fonctionnent, l'une, sur le canal Saint-Martin, l'autre, sur le quai de la Cunette, à Paris, où elles servent spécialement au déchargement des bateaux de pierres.

Il y a à la gare des marchandises du chemin de fer du Nord, à La Chapelle, cinq grues dont le mécanisme des machines motrices est en tout conforme à celui appliqué à la dernière grue décrite, mais dont la charpente est un peu différente; ainsi, le bec destiné à laisser avancer le chariot, roulant en porte à faux au-dessus des bateaux, n'existe pas.

Les grues du chemin de fer du Nord sont les premières établies; elles fonctionnent depuis plus de deux ans à l'entière satisfaction des ingénieurs de la Compagnie.

En pratique, on peut estimer, d'une manière générale, comme résultats économiques que présentent ces appareils relativement à ceux manœuvrés à bras d'homme, un travail double environ et une diminution de moitié dans le personnel.

MM. Pinant, Bellier et Cie, propriétaires des grues du canal Saint-Martin et du quai de la Cunette, effectuent le déchargement de 70 mètres cubes de pierres blanches par jour, avec une seule grue de ce genre et un personnel très-restreint.

OBSERVATIONS SUR LE TRAVAIL COMPARATIF

ENTRE LES GRUES A VAPEUR ET LES GRUES A BRAS.

L'application des moteurs à vapeur aux appareils de levage, ordinairement mis en jeu à bras d'homme, fait naître la question de savoir si cette substitution est, en général, avantageuse, économique, et quel est d'ailleurs son but final.

Cette dernière partie de la question est facilement résolvable, car la solution s'en présente naturellement de suite à l'esprit.

Un moteur à vapeur permet toujours de concentrer dans un espace déterminé une somme de puissance beaucoup plus grande qu'on ne pourrait le faire avec des hommes; il devient donc possible, avec son aide, d'exécuter certaines opérations avec une célérité que l'emploi d'aucun moteur animé ne permettrait jamais d'atteindre.

Mais quant à la partie purement économique de la question, il peut exister certains doutes qui ne peuvent être levés qu'à l'aide d'un examen un peu approfondi et surtout des expériences directes.

Il paraît rationnel que l'application d'un moteur à vapeur conduise à des mécanismes de transmission plus compliqués que pour la commande par bras d'homme, mécanismes qui absorbent, en résistances passives, une partie plus ou moins grande de la force motrice : mais cette objection n'aurait de réalité que si ce moteur à vapeur n'était substitué qu'à un petit nombre d'hommes, c'est-à-dire s'il n'était appelé qu'à remplacer quatre ou six hommes qui peuvent travailler à la fois, sans trop de désavantage, sur un appareil de levage, soit un treuil ou une grue, dite de grande puissance.

Si nous trouvons, en effet, que ce moteur à vapeur fait le travail qui correspondrait à trente ou quarante hommes, la question change de face; car on ne voit même pas à quelle complication de mécanisme on arriverait pour la disposition d'une grue capable de recevoir l'action simultanée de quarante manœuvres agissant pour l'élévation d'une même charge.

Il est vrai que, si l'on compare directement l'effet théorique de la vapeur, ou son effet produit sur le piston moteur, à l'effet rendu qui est, en définitive, élévation de la charge, on trouve un décevant résultat. Supposons, par exemple, que la puissance disponible sur le premier arbre de la machine soit égale aux 65/100 de celle effective de la vapeur sur le piston, et que le mécanisme de transmission de cet arbre, au point d'application de la charge soulevée, absorbe, en résistances passives, 30/100 de cette puissance disponible :

Il faudra donc en conclure que l'on n'a utilisé réellement que :

$$0,65 \times 0,70 = 0,455$$

soit moins de moitié de la puissance effective, développée par la vapeur?

Cela est vrai. Mais si faiblement utilisée qu'elle soit, cette force est moins dispendieuse que ne le serait celle des hommes bien employés, surtout s'il fallait en réunir sur le même appareil un nombre suffisant pour équivaloir à la machine à vapeur.

Enfin, cette question de l'économie finale que l'on doit réaliser, en substituant le moteur à vapeur aux hommes pour des appareils puissants, est absolument démontrée par les procédés de M. Castor, grand entrepreneur de travaux publics, qui, pour des élévations et transports de grandes masses de terre ou de sable, n'a fait usage que d'appareils élévatoires à vapeur, grues, treuils, etc., et qui, à l'aide de ces engins perfectionnés, a réalisé, sur les prix ordinaires de main d'œuvre, des bénéfices considérables.

Les appareils de M. Quillacq se trouvent précisément établis dans cette condition, où l'importance du travail à effectuer correspondrait à

un nombre d'hommes qu'il n'est pas possible de faire agir simultanément pour une même opération.

Prenons comme premier exemple la grue roulante dite de 10 tonnes, et à une seule machine.

Il est dit que cette charge maxima doit être soulevée à la vitesse d'environ 3 mètres par minute, soit de 0^m0465 par tour de la machine motrice, celle-ci en faisant 65 révolutions par minute.

Cette vitesse d'ascension répond aussi à 0^m05034 par seconde, ce qui donne pour le travail réel produit :

$$0^m05034 \times 10{,}000^{k\cdot} = 503{,}4 \text{ kilogrammètres.}$$

Mais si l'on admet, comme ci-dessus, que le mécanisme de transmission absorbe 30/100, en résistances passives, il ne faudrait pas compter sur une puissance utile disponible moindre que :

$$\frac{503}{0{,}7} = 716 \text{ kilogrammètres.}$$

Or, si cette puissance devait être développée par des hommes, et qu'on exigeât même 15 kilogrammètres de chacun d'eux, ce qui est plutôt excessif qu'ordinaire pour un pareil travail, il faudrait :

$$\frac{716}{15} = 47{,}7, \text{ soit } 48 \text{ hommes.}$$

Il est donc évident que, pour opérer aussi activement, l'emploi des hommes n'est pas possible.

Voici maintenant ce qui résulte de la comparaison entre ce travail à effectuer et les conditions de marche de la machine motrice, qui comprend deux cylindres agissant sur le même arbre moteur :

Diamètre des cylindres	0^m200.
Course des pistons.	0^m200.

Avec la vitesse de 65 tours par minute, et en admettant que l'arbre à manivelle reçoive 50/100 de la puissance effective développée par la vapeur sur les pistons, une telle machine correspond à la force suivante (1) :

$328{,}5^{kgm\cdot}$	ou $7^{ch\cdot}3$	Avec une pression absolue de 5 atm.
$394{,}5^{kgm\cdot}$	ou $8^{ch\cdot}76$.	Id. id. de 6 atm.

Les mêmes comparaisons effectuées à l'égard de la grue de 12 tonnes donnent des résultats aussi concordants.

Avec la même vitesse d'élévation que précédemment, c'est-à-dire 0^m05034 par $1''$, et l'ascension de la charge étant de 0^m038 par tour de machine, celle-ci doit faire 82 tours par minute.

(1) Voir à ce sujet les tables données dans notre *Traité des moteurs à vapeur*.

La puissance théorique absorbée égale :

$$0^{m}\ 05034 \times 12{,}000 = 604.\ 6 \text{ kilogrammètres,}$$

soit, pour la force disponible nécessaire :

$$\frac{604{,}6}{0{,}7} = 862 \text{ kilogrammètres}$$

Force qui ne pourrait être fournie que par 55 à 60 hommes au moins.

Les dimensions de la machine motrice sont les suivantes :

Diamètre du cylindre	$0^{m}250$
Course de piston	$0^{m}250$

Avec 82 tours par minute, cette machine est capable de développer, en puissance disponible, sur l'arbre à manivelle :

$760{,}5^{kgm.}$	ou $16^{ch.}\cdot 90$.	Avec une pression absolue de 5 atm.
$912{,}6^{kgm.}$	ou $20^{ch.}\cdot 28$.	Id. id. de 6 atm.

On remarque que l'examen qui précède ne concerne que la partie relative à l'élévation de la charge qui constitue le travail principal de chaque appareil. Mais si l'on pouvait, avec la même facilité, étudier les conditions d'effets des moteurs à vapeur, appliqués soit à la translation du chariot, soit au roulement de la grue sur la voie ferrée, on arriverait au même résultat, c'est-à-dire, en résumé :

Que l'emploi de la vapeur, comme force motrice dans les appareils de ce genre, devient de rigueur lorsqu'on doit opérer avec une célérité telle qu'un nombre d'hommes suffisant n'est plus admissible; et qu'en outre, dans une pareille situation, cette force motrice ne peut être onéreuse comparativement au résultat obtenu.

NOTES COMPLÉMENTAIRES.

Nous avions achevé l'étude qui précède, lorsque, dans le compte rendu de la séance du 1er septembre de la *Société des Ingénieurs civils*, nous avons lu un rapport de M. Maldant sur le même sujet. Nous allons en extraire les renseignements qui étendent ou complètent en partie nos propres appréciations.

M. Maldant prend pour exemple l'application qu'il a faite à Bordeaux de quatre grues à vapeur qu'on lui avait permis d'installer *à ses risques et périls*, l'autorisant à les exploiter pendant cinq ans, moyennant une *redevance de 50 centimes à payer à la chambre par tonneau*, chargé ou déchargé, et l'allocation *d'un prix net de 1 fr. 50 par tonneau* à percevoir par lui pour le chargement ou le déchargement des navires, *arrimage et désarrimage compris*.

Dans ces conditions, M. Maldant explique que son entreprise est devenue si fructueuse qu'elle lui a rapporté un peu plus de 100,000 fr. pendant les cinq ans de sa concession, soit environ 200 p. 100 par an du capital qu'il avait dépensé.

« Maintenant, continue M. Maldant, il me sera facile de faire apprécier les avantages comparatifs que présentent les grues à vapeur sur les grues à bras, en prenant des chiffres exacts dans les livres mêmes du service que j'ai dirigé à Bordeaux.

« Ces chiffres permettent d'établir comme suit les frais journaliers d'une grue à vapeur de 1,500 kilos, ayant deux chevaux de force, et étant employée au déchargement courant d'un navire de marchandises accosté à quai.

« La dépense journalière moyenne se décompose comme suit :

1 mécanicien.....	5f 00c
1 aide.....	3 50
60 kil. de charbon (compté à 40 fr. la tonne)	2 40
Réparations et entretien, graissage, etc.....	0 90
Frais divers et amortissement en 20 ans....	1 00
Total des frais par jour de travail...	12f 80c

« A côté des frais, il faut placer le travail produit ; or, celui-ci, qui serait aisément de 200 à 250 tonneaux, chargés ou déchargés à une hauteur moyenne d'environ 8 mètres, si la grue était réellement utilisée à peu près selon sa force, n'est guère, pratiquement, que de 100 à 120 tonneaux de 1,000 kil. déchargés par jour, par suite de la variabilité et souvent du peu de poids des colis divers, et aussi à cause des pertes de temps de toute espèce résultant de l'arrimage ou du désarrimage des marchandises dans la cale des navires, etc.

« En appliquant au chiffre le plus bas, de 100 tonneaux seulement, les frais ci-dessus d'une journée de travail, on voit que ces frais représentent une somme *de 12 à 13 centimes par tonneau* de marchandises.

« Au moyen de ces éléments pratiques d'appréciation, tout particulier et toute compagnie qui auront des marchandises, des colis, des fardeaux quelconques à charger ou décharger, pourront facilement estimer le travail et les bénéfices à attendre de l'application des grues à vapeur à leurs travaux.

« En effet, aux éléments ci-dessus, il suffira d'ajouter, pour connaître ces bénéfices, le prix de revient de l'appareil et la quantité de travail journalier qu'on pourra lui donner à faire.

« On comprendra aisément que l'avantage important des grues à vapeur résulte de la *grande vitesse d'ascension* de la charge, car, en effet, si nous supposons le travail d'un homme, agissant sur une manivelle,

égal à 6 kilogrammes par seconde (1), une machine de 2 chevaux produira autant de travail ascensionnel que 25 hommes, ou à peu près le même travail que 6 grues à bras, manœuvrées chacune par 4 hommes. »

En présence de résultats aussi satisfaisants et aussi manifestes, il est difficile de comprendre que l'usage des grues à vapeur ne soit pas plus général. En appelant l'attention de la Société sur ce point, le but de M. Maldant a été surtout d'en faire apprécier pratiquement les avantages et d'en encourager le développement.

Les grues, ainsi que les treuils à vapeur employés à bord des navires ou dans les constructions des édifices, dans les mines, etc., ont d'ailleurs subi des simplifications et des perfectionnements récents qui en rendent le prix très-modéré et l'usage on ne peut plus facile.

(1) Nous pensons que le chiffre de 6 kilogrammes peut être aisément porté à 10 pour le travail d'un homme agissant pendant quelques minutes seulement sur la manivelle d'une grue, comme nous l'avons admis dans nos précédents calculs au sujet de ces appareils.

BASSINS DE RADOUB

MACHINES D'ÉPUISEMENT

APPLIQUÉES AUX FORMES SÈCHES DU PORT D'ALGER

Établies sous la direction de M. HARDY, ingénieur des ponts et chaussées

Et construites par MM. NILLUS et fils, au Havre

(TROISIÈME ET DERNIER ARTICLE)

PLANCHES 25 ET 26.

Nous avons donné, dans les deux précédents articles, la description des travaux relatifs à la construction des bassins de radoub, qui ont été établis au port d'Alger, sous la direction de l'habile ingénieur, M. Hardy, ainsi que des portes d'écluse en tôle qui permettent de les fermer hermétiquement, pour les mettre à sec; il nous reste à faire connaître les machines d'épuisement qui s'appliquent alternativement aux deux formes et qui, comme nous l'avons dit, sont mises en jeu par des moteurs à vapeur que l'on peut à volonté faire mouvoir ensemble ou séparément.

Déjà les constructeurs de ces appareils, MM. Nillus et fils, avaient été chargés d'exécuter pour les bassins du Havre un système analogue, dont on a pu constater les bons résultats.

Le niveau du *bassin de l'Eure*, dans lequel est établi la forme du Havre, ne varie pas comme la marée, il est au contraire muni de portes d'écluses qui interceptent toute communication avec l'avant-port à marée basse.

A Alger, il n'a pas été utile d'établir un bassin à flot puisque la Méditerranée n'ayant presque pas de flux, ni de reflux, son niveau est très-

peu variable. Aussi on ne pourrait pas, comme à Paimbœuf (1), par exemple, utiliser, à ce travail, des turbines hydrauliques, puisqu'il n'y a pas possibilité de créer de chute factice.

Les pompes d'épuisement relèvent l'eau qu'elles prennent du puisard, avec lequel les formes sont en communication, pour la rejeter dans les bassins du large, dont le niveau normal, par l'absence de marée, est constamment à la hauteur de celui des formes remplies; même effet au Havre, seulement les eaux se déversent dans le bassin à flot.

Tout le système mécanique, qui est installé dans un petit bâtiment spécial élevé entre les deux formes, est composé de deux machines à vapeur actionnant chacune quatre corps de pompe à simple effet. Ce sont ces appareils que nous avons maintenant à faire connaître dans tous leurs détails.

DESCRIPTION DES MACHINES D'ÉPUISEMENT.

REPRÉSENTÉES PL. 25 ET 26.

Ensemble du batiment et des machines. — La fig. 1, pl. 25, représente l'ensemble du mécanisme des moteurs à vapeur et des pompes, en vue extérieure, et le bâtiment en coupe transversale brisée suivant l'axe de l'arbre de commande des pompes.

La fig. 2 est une section correspondante, faite perpendiculairement à la précédente, et passant entre les deux jeux de pompes;

Les fig. 3 à 10 de la même planche sont des détails d'exécution;

La fig. 11, pl. 26, représente l'ensemble des moteurs à vapeur, en projection horizontale extérieure;

Les fig. 12 et 13 représentent, en coupes longitudinale et horizontale, l'ensemble du bâtiment et des machines motrices avec leurs générateurs;

Les fig. 14 et 15 sont des détails de l'une de ces machines;

Et les fig. 16 et 17 représentent, aussi en détails, l'un des deux jeux de quatre pompes correspondant.

A l'aide des figures principales, pl. 25, on reconnaît que la partie du bâtiment où sont installés les pompes et leurs moteurs présente trois étages : 1° le plus élevé, qui se trouve au-dessus du niveau de la mer, et dont le sol reçoit les deux machines à vapeur; 2° un sous-sol voûté dans lequel sont installés les pompes et leurs accessoires; 3° un caveau inférieur dont le sol répond à peu près au fond de la grande forme et dans lequel descendent les colonnes d'aspiration.

Les deux machines et les jeux de pompes qu'elles commandent constituent deux ensembles parfaitement semblables, n'ayant d'autre

(1) Voir, à ce sujet, la disposition qui a été décrite dans le quinzième volume de la *Publication industrielle*.

relation qu'un manchon d'accouplement *a* qui permet de les réunir au besoin.

Chacune de ces machines à vapeur, qui sont du système horizontal, à détente fixe et sans condensation, est en relation, par son arbre à manivelle *b* prolongé, avec un train de commande retardateur, monté sur un bâti spécial *c*, composé d'un pignon d'engrenage A et d'une roue à denture de bois B, dont l'axe *d* porte à ses deux extrémités deux plateaux-manivelles C, auxquels sont rattachées de longues bielles en bois D ; ces bielles, traversant la voûte qui supporte ce mécanisme, viennent attaquer les traverses-guides E avec lesquelles sont assemblées les tiges de piston des pompes.

On voit que l'arbre principal de commande est formé ainsi de deux parties droites reliées par le manchon *a*, et de deux parties coudées qui sont supportées, au-delà des machines, par un palier fixé dans le mur et qui reçoivent les volants V. La réunion de ces parties coudées avec la partie droite intermédiaire est effectuée par des tés *a'* qui y sont boulonnés, et dont le démontage est facile lorsqu'on doit isoler l'un des deux moteurs de l'ensemble du mécanisme.

Ainsi que le montrent les figures d'ensemble 1 et 2 et celles de détails 16 et 17, pl. 26, chaque jeu de pompes est formé d'un coffre ou bâche en fonte F renfermant les clapets, et sur lequel sont montés les quatre corps de pompes G ; ceux-ci, qui sont d'ailleurs encore reliés entre eux, sont surmontés de glissières en fonte *e* pour maintenir et guider la traverse E, qui correspond à la fois à deux corps de pompe et à l'une des bielles D de commande.

C'est ainsi que chacune des machines motrices commande à la fois quatre corps de pompe, par groupe de deux qui occupent, en marche, des positions inverses, les boutons des bielles étant diamétralement opposés sur les deux plateaux C de la même paire, afin que les masses en mouvement soient en équilibre.

Au point de vue exact des fonctions, un jeu, par ses quatre corps à simple effet marchant ensemble deux par deux, constitue en réalité *deux* pompes *à double effet*, qui correspondent chacune à une colonne d'aspiration et à une colonne ascensionnelle. On voit, en effet, que chaque conduit d'aspiration H, en s'attachant au coffre F, se divise, par une culotte *f*, en deux branches qui correspondent chacune à une division intérieure distincte et à deux corps de pompe simples, mais dont les pistons ont une commande séparée et une marche inverse.

Pour chaque groupe semblable formant un ensemble à double effet, il part aussi du coffre une conduite horizontale *g* communiquant avec une cloche à réservoir d'air I, d'où s'élève enfin la conduite ascensionnelle J.

L'ensemble des huit corps simples, formant les quatre pompes à double effet, correspond, en résumé, à deux colonnes d'aspiration H

formant deux entrées pour chaque coffre, et à quatre conduites ascensionnelles J et J′. Ces quatre conduites traversent horizontalement les murailles du caveau et débouchent dans un aqueduc en maçonnerie K, qui contourne le bâtiment sur trois côtés et communique librement avec la mer. Ce n'est donc que pour obéir à cette disposition du bâtiment et pour le développement le plus simple des quatre conduits J et J′, que deux d'entre eux, ceux J, traversent directement la muraille du bâtiment parallèle au quai (voir fig. 12 et 13), tandis que les deux autres se dirigent perpendiculairement pour aboutir aux deux branches latérales du même aqueduc K.

Pour compléter cet aperçu d'ensemble, il nous reste à faire connaître le mode de communication entre les formes et le puisard où plongent les colonnes d'aspiration H.

En se reportant à la pl. 6, sur laquelle est représenté l'ensemble des deux formes et du bâtiment des machines qui en occupe la tête, entre elles deux, on reconnaît que le fond de leurs radiers se termine par une rigole étroite, inclinée vers l'ouverture de la porte, et qui aboutit à un chenal transversal dirigé vers le bâtiment des machines. Cette rigole, destinée dans chacune des formes à recueillir les dernières eaux, les verse dans un aqueduc souterrain qui part du fond de la forme et débouche, après divers changements de direction, dans le puisard des pompes.

La fig. 3, pl. 25, est une section horizontale suivant 1, 2, mais à une échelle réduite, de ce puisard ;

Les fig. 4 et 5 sont des sections suivant 3-4 et 5-6, des raccordements de ces aqueducs L et L′ de vidange de la grande et de la petite forme ;

Et les fig. 6 et 7 sont des sections transversales de ces mêmes aqueducs ;

L'eau peut ainsi s'écouler dans le puisard par les aqueducs qui ont, comme la rigole même des formes, une pente assez prononcée. Mais il faut noter de suite que cette communication n'est ni libre ni permanente, car s'il en était ainsi, le niveau supérieur des formes se trouvant à peu près à la hauteur de la naissance de la voûte de la chambre des pompes, cette chambre et le puisard se rempliraient d'eau aussi bien que les formes.

Il faut au contraire que le débouché des aqueducs dans le puisard (1) soit armé d'une vanne permettant, non-seulement d'interrompre complétement la communication entre chacune des formes et le puisard, mais encore de régler, pendant l'épuisement, le volume d'eau qui s'écoule et le mettre en rapport avec le produit des pompes, afin d'em-

(1) C'est par suite d'une erreur de dessin que ces ouvertures sont vues sur la fig. 1, car elles aboutissent dans le puisard par la face opposée qui fait partie de ce qui est naturellement enlevé par la coupe.

pêcher que le niveau de l'eau, après l'emplissage du puisard, ne s'élève jusqu'à elles.

Les orifices des aqueducs sont en effet murés et garnis chacun d'un tube adducteur M, fig. 2, portant en tête une vanne N qui est représentée en détails fig. 8 et 9, pl. 25. Cette vanne consiste en un disque à tiroir commandé par une vis tournante sur laquelle on agit au moyen d'une tringle *h*, qui s'élève jusqu'au sol des machines et se termine, au-dessus d'une colonnette support O, par une manette à double poignée *i*.

Quelques mots suffiront maintenant pour achever de faire comprendre les fonctions de tout ce mécanisme, avant d'aborder ses détails d'exécution.

Lorsqu'il s'agit d'épuiser l'une des deux formes, on commence, en levant la vanne N correspondante, à admettre l'eau dans le puisard pour la mise en route; puis on met en jeu soit la moitié du mécanisme, soit l'ensemble, les deux moteurs et les huit pompes, suivant celle des formes que l'on doit épuiser et suivant la rapidité avec laquelle l'opération doit être effectuée. On règle ensuite, pendant la marche des pompes, l'ouverture de la vanne que l'on augmente au fur et à mesure que le niveau baisse dans la forme, de façon que l'alimentation du puisard n'ait pas à subir la diminution successive de la charge et par conséquent de la vitesse de l'eau sur l'orifice d'écoulement.

Enfin, lorsque les pompes commencent à *franchir*, cette vanne peut être entièrement levée, et l'écoulement qui avait lieu à plein tuyau finit comme dans un conduit à découvert jusqu'à ce qu'il cesse complétement dès que la forme est entièrement vide.

Maintenant, les eaux extraites par les pompes s'élèvent, comme on l'a dit, par les conduites J et J′ qui les versent dans cet aqueduc K, lequel encadre le bâtiment à l'extérieur, sur trois de ses faces, et communique librement avec *le large*, au-dessus du niveau duquel il est légèrement élevé.

Néanmoins, pour préserver les appareils des eaux qui peuvent accidentellement remplir cet aqueduc et le faire regorger, les orifices des conduits ascensionnels J ou J′ sont armés de clapets battants *j*, que l'on peut, toutefois, soutenir de l'extérieur au moyen de chaînes, et tenir levés.

DÉTAILS D'EXÉCUTION.

Pompes et leurs accessoires. — La bâche F de chaque jeu est composée de deux parties semblables et symétriques, qui sont parfaitement réunies par des boulons, mais ne se communiquent pas entre elles. Chacune de ces parties (voir les détails fig. 16 et 17, pl. 26), est divisée intérieurement en quatre parties ou chambres, dont deux semblables *k*, dans lesquelles pénètrent les corps de pompe G, la troisième *l* est en

rapport direct avec l'une des deux branches de la culotte *f* qui raccorde cette bâche avec la colonne d'aspiration, et enfin la quatrième *m* en rapport immédiat, par la portion de conduit *g*, avec le réservoir d'air I.

Ajoutant que le compartiment *k* est mis en relation avec celui *l* au moyen d'un clapet *l'* et avec celui *m* par deux clapets *m'*, on comprendra le jeu de l'appareil sans autre explication, car le compartiment *k* c'est la capacité inférieure du corps de pompe qui se trouve ainsi en relation, comme à l'ordinaire, avec l'aspiration et avec le refoulement par les clapets correspondants *l'* et *m'*.

Les corps de pompe sont en fonte, mais revêtus à l'intérieur d'un manchon en bronze. Les pistons G' sont de même métal ; la garniture est en chanvre avec bague de serrage.

Ces corps de pompe, étant fixés sur la bâche par des brides ménagées vers le tiers de leur hauteur, sont ensuite reliés, à la partie supérieure, par des pattes à nervures G^2 de la même pièce qu'eux. Les corps de pompe supportent ensuite les douilles qui guident les tiges de piston, puis les glissières verticales *e* qui maintiennent les traverses E. Ces dernières forment, avec deux croisillons *e'* qui les relient latéralement, et un autre croisillon en fer horizontal e^2, un ensemble très-rigide, qui est encore consolidé en se rattachant, par le prolongement du croisillon supérieur e^2 et par des colliers, avec les colonnes d'ascension J et J'.

Indépendamment des clapets de la bâche, les conduites d'aspiration sont pourvues, à leur partie inférieure, d'un clapet de retenue ou soupape *multiple* P, que l'on voit en détail et en coupe fig. 10, pl. 25, et dont nous avons donné aussi un tracé et une description détaillée dans le *Vignole des mécaniciens*.

Cette pièce, dont la disposition a pour objet d'offrir une grande section de passage avec des dimensions générales relativement restreintes, est constituée par cinq vasques fondues de la même pièce pour former quatre siéges à des clapets annulaires en caoutchouc *n*. La partie inférieure, du plus grand diamètre, est conique et vient s'ajuster et se sceller sur l'ouverture de la conduite dans laquelle la soupape est introduite, tout armée de ses clapets, par le regard latéral, fermé en marche par le tampon *n'*.

Au-dessous du clapet se fixe la *crépine* H' avec son fond percé de trous auquel on a donné une forme sphérique rentrante, de façon à offrir une plus grande surface et un passage suffisant pour l'introduction du fluide aspiré.

Nous avons décrit le mécanisme de commande de ces pompes. Il nous reste à dire quelques mots des grandes bielles D qui sont assemblées, d'un bout avec un bouton fixé avec le plateau-manivelle C, et de l'autre à un bouton semblable monté au centre d'une traverse E correspondant à deux tiges de piston.

Ces bielles sont en bois de chêne, de 24 sur 16 centimètres d'équar-

rissage ; les extrémités sont armées de têtes en fer disposées exactement comme les têtes de bielles ordinaires, à bride mobile, clavette et deux contre-clavettes et coussinets en bronze.

Nous concevons l'emploi du bois dans cette circonstance où, avec le fer, ces bielles, qui sont très-longues et exposées à vibrer, eussent dû être néanmoins très-fortes, et par conséquent très-lourdes.

Machines motrices et générateurs. — Ces machines, dont l'une est représentée en détails, fig. 14 et 15, pl. 26, sont du système horizontal le plus simple.

Le cylindre à vapeur Q est monté sur un bâti R d'une seule pièce. La boîte à vapeur, qui est ramenée à la partie supérieure, renferme un tiroir combiné de façon à opérer une détente fixe par recouvrement. L'échappement de la vapeur s'effectue par un canal qui contourne le cylindre et vient se joindre avec un autre canal *o* appartenant au bâti R; il se termine extérieurement par une tubulure à laquelle est adapté le tuyau *o'* qui communique avec l'atmosphère.

Il se présente ici une particularité dont il est utile de rendre compte.

Ce canal *o* est compris lui-même dans un véritable coffre, également venu de fonte avec le bâti R, et dans lequel la pompe alimentaire S refoule l'eau qui s'y réchauffe avant d'entrer dans les générateurs : aussi ce coffre est-il pourvu d'une soupape de sûreté *q*.

On remarque, fig. 14, le tuyau *p'* par lequel cette eau est refoulée dans le coffre et celui p^2 d'où elle en sort pour se rendre aux générateurs.

La fig. 15 permet en outre d'apercevoir le tuyau *p* par lequel la pompe aspire l'eau douce d'un vaste réservoir T situé au-dessus des chaudières, et dans lequel on l'emmagasine, ne voulant pas employer l'eau de mer malgré sa proximité et sa surabondance.

Quant à la pompe alimentaire, elle est simplement commandée, à course égale, par la traverse du piston moteur.

L'ensemble des générateurs comprend trois corps de chaudières U, à deux bouilleurs, d'une construction ordinaire : nous n'aurons donc à y revenir que pour l'exposé de leurs dimensions.

DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE.

Dimensions et travail des pompes. — Le diamètre du piston des pompes est de 0^m50 et sa course de 1^m50; leur vitesse normale est d'environ 15 coups doubles par minute.

Dans ces conditions, les huit corps de pompes permettent d'élever, par heure, un volume d'eau égal à :

$$(0,7854 \times (0^m50)^2 \times 1^m50 \times 8 \times 15 \times 60') = 1696 \text{ mètres cubes.}$$

Si nous admettons que l'ensemble des huit pompes soit appliqué à l'épuisement de la grande ferme, dont *le plein* représente environ 25,000 mètres cubes, cette opération s'effectuera en :

$$\frac{25000}{1696} = 14^h\,74, \text{ soit : } 14^h\,3/4.$$

Ceci étant la durée rigoureusement nécessaire, qui ne suppose aucun temps d'arrêt, il est admissible qu'en réalité elle est un peu plus longue, soit environ 15 à 16 heures.

Quant à la petite forme, qui ne cube qu'à peu près 8,000 mètres cubes, son épuisement n'exigerait donc qu'environ 5 heures, toujours en employant le double train de pompes, soit 10 heures avec un train simple de quatre pompes et de leur machine motrice.

Pour évaluer la quantité de travail consommée par un épuisement, il faut noter que nonobstant l'abaissement successif du niveau dans la forme, dans laquelle condition le travail devrait être nul au début et aller en augmentant au fur et à mesure de l'abaissement (*si les pompes puisaient directement dans la forme*), ce travail est *constant*, par la raison que la nappe, dans laquelle plonge les crépines des conduits d'aspiration, est aussi à niveau *constant*, et *indépendant de celui de l'eau dans les formes*, en tel moment que ce soit de la durée d'une opération.

On pourrait, à la vérité, profiter, dans une certaine proportion, de la charge de l'eau dans les formes pour diminuer la hauteur d'aspiration, en laissant le puisard se remplir, tant que le niveau de l'eau dans la forme ne s'y serait pas lui-même abaissé davantage; mais, dans les calculs qui suivent, nous admettons que le niveau dans ce puisard soit maintenu, pendant la plus grande partie d'une opération, à la hauteur du joint d'une crépine H′ avec le conduit d'aspiration, soit à la partie inférieure même du grand clapet P.

Dans cette condition, la hauteur constante d'élévation, comptée jusqu'au centre des conduits d'échappement J et J′ (voir fig. 2, pl. 25), sera de :

$$2^m\,83 + 0^m\,85 + 5^m\,28 = 8^m\,96.$$

Néanmoins, pour l'épuisement complet de la grande forme, dont la partie la plus basse correspond à très-peu près à l'arrasement inférieur des crépines, il faut en ajouter la hauteur, qui est de $1^m\,120$, ce qui porterait la plus grande hauteur d'élévation à $10^m\,08$. Mais comme cette hauteur maxima ne se rencontre que pour l'une des deux formes, et seulement pendant les derniers moments d'une opération, nous conservons celle ci-dessus en la portant à 9 mètres, en nombre rond.

Par conséquent, le travail, absorbé théoriquement par l'épuisement de la grande forme, et en prenant 1.026 pour la densité de l'eau de mer, égale :

$$25{,}000{,}000^{k} \times 1{,}026 \times 9^{m} = 230{,}850{,}000 \text{ kilogrammètres.}$$

Pour effectuer ce travail en 15 heures, ce qui suppose, comme on l'a vu, que le rendement des pompes soit de 80/00, il faut que les machines motrices développent une puissance utile par 1″, et transmise aux tiges du piston des pompes, égale à :

$$\frac{230{,}850{,}000^{kgm}}{15^{h} \times 3600'' \times 75^{kgm}} = 57 \text{ chevaux.}$$

Pour avoir cette puissance disponible sur les tiges des pistons, et vaincre les résistances passives de tout le mécanisme de transmission, on doit compter que celle des machines motrices, mesurée sur les arbres à manivelle, ne doit pas être moindre de 80 ou de 90 chevaux, soit de 40 à 45 pour chacune d'elles. C'est au moins la puissance que ces machines doivent pouvoir développer au besoin.

Nous allons maintenant examiner ces machines elles-mêmes et leurs générateurs.

Dimensions des machines motrices et des générateurs. — Les machines à vapeur motrices sont établies dans les conditions suivantes :

Diamètre du piston.	$0^{m}45$
Course.	1 mètre.
Volume engendré correspondant. . . .	$0^{mc}159$
Nombre de coups doubles par 1′. . . .	50
Durée de la détente. . . , ...	1/3 de la course.
Pression absolue de la vapeur.	5 atmosph.

D'après la table que nous avons calculée et publiée dans le deuxième volume, page 467, de notre *Traité des moteurs à vapeur,* pour une machine réglée dans ces conditions de pression et de détente, sans condensation, le piston doit engendrer théoriquement 7 mètres cubes par cheval et par heure. Si nous estimons le rendement des machines actuelles à 65/00 de la quantité utile de travail développée sur le piston, il vient, pour la puissance disponible sur l'arbre de la manivelle :

$$0{,}65 \times \frac{0^{mc}159 \times 2 \times 50 \times 60'}{7 \text{ m. c.}} = 88{,}5 \text{ chevaux.}$$

Ce résultat très-élevé nous démontre que ces machines ont été proportionnées de façon à pouvoir suffire largement chacune au travail total à effectuer, et avec la plus grande célérité, dans la circonstance très-probable où l'une des deux serait en réparation. Par le plan général fig. 11, pl. 26, on reconnaît, en effet, qu'indépendamment du manchon principal d'accouplement *a*, deux autres manchons boulonnés *a′* permettent d'isoler à volonté l'un des moteurs, en laissant à l'autre la charge des deux trains.

La puissance totale des générateurs ne répond, en effet, qu'à celle qui vient d'être trouvée pour chacune des deux machines.

Ces générateurs ont les dimensions suivantes :

Diamètre du corps principal.	$1^m 100$
Circonférence correspondante.	3 456
Longueur totale.	6 870
Diamètre des bouilleurs.	0 600
Circonférence correspondante.	1 885
Longueur totale.	8 000

Prenant pour la surface de chauffe la moitié de la circonférence de la chaudière et les trois quarts de celle des bouilleurs, il vient pour la surface effective d'un générateur :

$$\left(\frac{3^m 456 \times 6^m 870}{2}\right) \times \left(\frac{3}{4} \times 2 \times 1,885 \times 8^m\right) = 34^{mq} 49.$$

soit pour les trois générateurs :

$$34,49 \times 3 = 103,47 \text{ mètres carrés.}$$

A raison de $1^{mq} 20$ de surface de chauffe par force de cheval, l'ensemble de l'appareil vaporisatoire répond donc à :

$$\frac{103,47}{1,2} = 86,2. \text{ chevaux-vapeur.}$$

Il reste donc démontré que, si les machines ont une puissance totale plus que double de celle exigée par le travail à effectuer, dans le temps qui se déduit de la vitesse et de la dimension même des pompes, celle des générateurs est aussi excédante, car si deux seulement sont en fonction sur les trois, on peut leur faire produire de la vapeur pour 68 à 70 chevaux effectifs, et nous avons vu que le travail absorbé en eau élevée est équivalent à environ 57 chevaux : il resterait donc, avec la marche de deux générateurs, un excédant de 11 à 13 chevaux pour les résistances passives du mécanisme de transmission.

MARTEAU-PILON A VAPEUR

DE GRANDE PUISSANCE

Construit dans les établissements de MM. KAMP et Cᵉ de Wetter (Westphalie),

Sous la direction de MM. C. DAHLHAUS et ALP. TRAPPEN, ingénieurs.

(PLANCHE 27)

Dans plusieurs des précédents volumes de ce Recueil, comme aussi dans le *Traité des moteurs à vapeur* et le *Génie industriel*, nous avons publié à peu près tous les types de cet important engin de l'outillage moderne des forges, depuis l'origine même de son introduction dans cette branche de l'industrie mécanique jusqu'à présent. A cette longue liste de marteaux-pilons offrant les combinaisons les plus diverses, et qui renferme certainement toutes les particularités intéressantes de ce genre de machines, nous avons cru utile cependant d'ajouter celui dont nous allons nous occuper, à cause de sa puissance exceptionnelle et de son mode spécial de construction, où l'emploi de la tôle, pour l'établissement du bâti, figure pour la première fois, au moins à notre connaissance.

Ce puissant marteau-pilon a été exécuté dans les ateliers de construction de MM. Kamp et Cᵉ, à Wetter-sur-la-Ruhr (Westphalie), d'après les études de MM. Dahlhaus et Trappen, ingénieurs de l'établissement, et à l'obligeance de qui nous devons la communication des dessins; il a été monté chez MM. Bergen et Cᵉ, fabricants d'acier fondu, à Witten, où il est appliqué au corroyage des grosses pièces d'acier et, entre autres, des canons. Mais depuis cette première application, dont le succès a été complet, deux marteaux semblables ont été fournis par la même usine à des établissements différents.

On verra que ce pilon à vapeur est remarquable, d'abord par ses grandes dimensions générales qui répondent à un poids de marteau de plus de 15,000 kilogrammes et à une chute de 2ᵐ 51, et ensuite par un soubassement formé d'un entablement et de deux colonnes-supports ou piédroits exécutés en tôle rivée. Ce soubassement, qui remplit le rôle des jambages en fonte dans le mode de construction ordinaire, a eu pour

objet de laisser un vaste espace libre autour de l'enclume, sur laquelle le grand écartement des deux colonnes permet de présenter en tous sens des pièces de grande longueur. On distingue encore de particulier la disposition de la chabotte, qui est formée d'un certain nombre de fortes plaques de fonte superposées.

En dehors de ces points importants, il faut noter que le mécanisme proprement dit du marteau est des plus simples et ne présente aucune de ces combinaisons curieuses que l'on trouve dans les *self-acting*, par exemple, car, pour celui-ci, la marche automatique n'a point été jugée nécessaire, en raison de la grande dimension des pièces à travailler qui n'exigent pas des coups précipités.

Mais la distribution, qui s'opère à l'aide de soupapes du système de Cornwall, est néanmoins intéressante, et figure d'ailleurs comme partie principale de la description que nous faisons de l'ensemble de ce marteau.

DESCRIPTION DU MARTEAU-PILON

REPRÉSENTÉ PLANCHE 27.

ENSEMBLE DE LA CONSTRUCTION.

La fig. 1 est une élévation extérieure de face du marteau, le massif en coupe pour laisser voir la chabotte et l'enclume;

La fig. 2 en est une élévation extérieure de profil, du côté de la distribution;

La fig. 3 est une projection horizontale de la chabotte et du châssis, sur lequel sont appuyés les piédroits;

Les fig. 4 à 8 représentent en détail, et suivant plusieurs sections, le cylindre et le mécanisme de distribution.

A l'aide des figures d'ensemble, on voit que cet outil comprend, comme pièces principales, le cylindre à vapeur A reposant, par l'intermédiaire d'un socle B, sur les deux jumelles en fonte C qui servent de guides au marteau D; ces deux jumelles sont boulonnées sur un entablement E consistant en une véritable caisse oblongue construite en tôle, et qui est rivée avec les deux colonnes-supports F construites de la même façon. Enfin, l'intervalle de ces deux jambages est occupé par l'enclume G montée sur la chabotte H, qui se trouve installée dans une large fosse réservée entre les deux massifs sur lesquels reposent directement les deux colonnes et, par conséquent, l'ensemble du marteau.

Dans d'aussi grandes dimensions, il n'était pas possible de faire de la chabotte une pièce directement dépendante du reste, comme dans la plupart des pilons où cette pièce forme une sorte de cuvette en fonte dans laquelle sont réservés les assemblages des piédroits; mais, pour compenser ce défaut de liaison directe, on a donné au massif de fonda-

tion des proportions et des dispositions véritablement exceptionnelles, et un développement que notre dessin ne nous permettait pas d'embrasser entièrement. Nous allons néanmoins essayer d'en donner une idée suffisamment exacte.

L'ensemble de ce massif est un bloc de maçonnerie, en brique et ciment, présentant une base de $11^{m}16$ sur $8^{m}64$ et $4^{m}40$ d'épaisseur, s'appuyant encore sur un sol affermi, comme à l'ordinaire, par une épaisse couche de béton. Au centre de ce massif s'ouvre la fosse de la chabotte, de $3^{mq}770$ et $2^{m}20$ de profondeur; le fond de cette fosse est garni, pour recevoir la chabotte, d'un plancher en bois de chêne de $0^{m}314$ d'épaisseur, lequel s'appuie sur un massif en grès de $0^{m}790$, qui est enfin monté sur une partie de cette maçonnerie en brique et ciment, dont la masse générale de la fondation est formée.

Il faut ajouter que cette énorme masse est d'ailleurs découpée par de nombreux couloirs destinés à donner accès aux niches des douze boulons *a* servant à fixer le châssis I, qui sert de base aux piédroits F, et à ceux *b*, au nombre de quatre, qui relient la chabotte avec le plancher en bois *c*, dont nous venons de parler.

Pour compléter cet aperçu d'ensemble, il nous suffira d'ajouter que le mécanisme de la distribution consiste, comme organes principaux, en trois soupapes renfermées dans une chapelle en fonte J, montée sur le socle B et se raccordant avec l'orifice réservé au cylindre. Ces soupapes sont mises en jeu à la main par un ouvrier qui se tient sur la plate-forme de l'entablement, où il a accès par l'échelle en fer *d*.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION.

Distribution. — Nous devons nous arrêter tout particulièrement sur l'appareil de distribution, qui est représenté en détail par les fig. 4, 5. 6 et 7.

La fig. 4 est une section verticale de la chapelle et du cylindre moteur passant par l'axe de ce dernier organe;

La fig. 5 est une section horizontale de l'ensemble du cylindre et de la chapelle, suivant la ligne brisée 1-2-3-4;

La fig. 6 est une section transversale de la chapelle des soupapes, suivant la ligne 5-6;

La fig. 7 représente, en projection horizontale, la disposition des divers leviers de commande desdites soupapes;

La fig. 8 est le détail de l'assemblage de la tige du piston avec le corps du marteau.

Cette distribution se compose d'un clapet plat *e*, pour l'arrêt absolu de la vapeur, et de deux soupapes *f* et *g* pour l'admission et l'échappement. A l'aide des figures d'ensemble 1 et 2 et de celles 4 et 7 de détails, on voit que le mécanisme de commande a pour organe principal un arbre K.

sur lequel sont calés un balancier L et un bras de levier simple M; l'une des extrémités du balancier est reliée avec la tige j de la soupape d'admission *f*, et l'autre est rattachée à la tringle *h*, avec laquelle est assemblée le levier à main *i*; le levier simple M correspond de même à la soupape d'échappement *g*, dont la tige *k* s'y rattache.

Enfin, à l'extrémité de cet axe K, se trouve fixé un levier à contre-poids N, avec lequel est assemblé une tringle *l*, qui est articulée avec un bras de levier O, ayant pour centre fixe un goujon monté sur l'une des jumelles du marteau.

La remarque importante à déduire de cette disposition, c'est que le jeu des deux soupapes est dépendant du même axe horizontal K, et que cet axe, se trouvant placé entre les deux soupapes, un de ses mouvements oscillatoires fait nécessairement ouvrir et fermer l'autre simultanément.

Or, lorsqu'on veut élever le marteau, et par conséquent faire introduire la vapeur dans le cylindre, on appuie sur la manette *i*, ce qui fait, du même coup, lever la soupape d'introduction *f* et baisser la soupape d'échappement *g*; le marteau, en s'élevant, et parvenu à l'extrémité supérieure de sa course, vient rencontrer, par un toc *m*, qu'il porte, la branche contre-coudée du levier O, qui oscille alors, et, par la tringle *l* et le levier à contre-poids N, fait faire à l'axe K un mouvement oscillatoire en sens inverse du précédent, ce qui fait simultanément fermer la soupape d'introduction *f*, lever celle d'échappement *g*, et détermine la chute du marteau.

Ainsi, la main de l'ouvrier fait toujours à la fois ouvrir l'introduction et fermer l'échappement, tandis que le marteau prépare lui-même sa chute en faisant produire le mouvement inverse des soupapes.

Quant au clapet *e*, nous avons dit qu'il ne sert qu'à interrompre d'une manière absolue la communication de vapeur entre le générateur et le marteau hors du temps de sa fonction. Il est mis en relation avec la main de l'ouvrier au moyen d'une tige *n*, armée, à sa partie inférieure, d'un petit volant *n'* tandis que sa partie supérieure est filetée et engagée dans un écrou monté à tourillons sur un levier P, auquel est attachée la tige *o* du clapet; ce levier a pour centre libre d'oscillation le même axe K, dont il n'est pas alors autrement dépendant.

Peu de mots suffiront maintenant pour ce qui nous reste à dire concernant l'ensemble de cette distribution.

La chapelle J est, comme on le voit, d'une seule pièce, présentant trois chambres qui communiquent entre elles par des canaux, dont l'un coïncide avec la lumière du cylindre. Cette chapelle est munie de deux oreilles, avec lesquelles sont boulonnées les deux colonnettes *p*, qui servent de points d'appui à l'arbre K et sont réunies elles-mêmes par un châssis en fonte Q, lequel est relié au cylindre, et porte aussi des douilles pour guider les tiges des trois soupapes.

Ensemble du cylindre et des jumelles. — Ce cylindre étant à simple effet n'est fermé, à sa partie supérieure, que par un couvercle léger, construit en tôle, et que l'on soulève facilement lorsqu'on veut relever le piston A′ ou le visiter; il communique librement avec l'atmosphère par une tubulure u, à laquelle est joint un conduit vertical u'. Mais la partie inférieure est exactement close par un fond R, portant une longue boîte à étoupe R′, et qui est en deux pièces, à cause du renflement qu'il est nécessaire de réserver à la tige et qui forme embase au plateau du piston. Ce fond est en effet mis en place en le montant préalablement sur la tige du piston, puis en l'introduisant par le haut du cylindre; il vient joindre sur un rebord réservé à cet effet, et est ensuite fixé par des boulons q, à tête fraisée, dont les écrous s'appuient sur une rondelle mobile q' (fig. 4).

Le cylindre est réuni par une collerette boulonnée avec le socle B, et ce dernier est agrafé et assemblé, par douze boulons, avec les deux jumelles C. Celles-ci présentent intérieurement deux coulisseaux dressés pour guider le marteau; elles forment, avec les guides, deux appendices qui sont prolongés au-dessous de l'entablement E, où ils sont maintenus par des boulons d'écartement r.

Le plateau et la tige du piston sont en acier fondu. Le premier est monté sur une partie conique et fixé par un écrou, au-dessous duquel se trouve une bague clavetée. On remarque à ce plateau deux anneaux disposés pour amarrer le piston et le sortir du cylindre.

Assemblage de la tige du piston et du marteau. — Cet assemblage, qui est toujours d'une grande importance, est représenté en détail fig. 8, suivant une section transversale du marteau dans la partie de sa réunion avec la tige du piston.

On voit, au moyen de cette figure, qu'il a été réservé dans la partie supérieure du marteau D un trou cylindrique, dont une portion est alésée pour l'ajustement d'une boîte en acier composée d'une coquille inférieure v et d'une bague v', en deux pièces, laquelle boîte enveloppe l'extrémité de la tige A^2, qui présente un renflement en double cône. Cette boîte, formant ainsi rappel pour déterminer la réunion du marteau et de la tige, doit être alors très-solidement retenue elle-même dans son ajustement; elle s'y trouve en effet maintenue par deux clavettes x (fig. 1 et 8), qui traversent la masse du marteau de part en part et pressent sur la bague v', de chaque côté de la tige, par l'intermédiaire d'une rondelle en acier v^2.

Mais comme il est impossible de ne pas conserver à l'ensemble de l'assemblage une certaine élasticité en vue du choc au moment du coup frappé, le fond de la coquille v est d'abord garni d'une plaque de cuivre au contact du bout de la tige, et ensuite, l'ensemble de la boîte, pressée par les clavettes, porte à fond par l'intermédiaire d'une pile de rondelles y, de cuir et d'acier interposées, et qui s'appuie elle-même sur

une forte platine d'acier *z* garnissant le fond du vide réservé pour ces différentes pièces de l'assemblage, dont la pratique a démontré le succès.

Quant au trou central réservé dans le marteau au-dessous de cette platine, il n'a eu pour but que de permettre le passage de l'arbre de l'alésoir pour l'ajustement.

Socles des piédroits. — Comme le montre particulièrement la fig. 3, les deux piédroits E sont des colonnes tronc-coniques en tôle de 20 millimètres d'épaisseur, et en trois feuilles sur la circonférence. La partie inférieure est armée d'une cornière d'angle qui est boulonnée avec le socle en fonte I présentant, à cet effet, une bride saillante circulaire. Les deux socles étant, comme nous l'avons dit, reliés avec le massif par six boulons qui sont prolongés jusqu'à 4 mètres de profondeur, ils sont aussi reliés ensemble par deux boulons horizontaux *s*, sans embases à l'intérieur, et n'ayant, par conséquent, pour objet que de prévenir l'écartement des piédroits.

L'ensemble des châssis se trouve au-dessous du sol de l'usine, qui est en surélévation du massif. On voit que ce sol est constitué autour du marteau par un plancher en fer *t*, qui recouvre la fosse et ne laisse traverser que l'enclume.

Enclume et chabotte. — L'enclume G est, comme à l'ordinaire, mobile, et peut être changée suivant la forme à donner à la pièce travaillée ; elle est ajustée à queue et clavetée sur le *tas* G′, qui est en forme de pyramide quadrangulaire, et se trouve aussi fixée par des cales dans l'évidement à queue réservé à la plaque supérieure H de la chabotte. Cette plaque, comme les autres entre elles, est emboîtée carrément dans la deuxième plaque H′, au-dessous de laquelle se place une plaque H^2, beaucoup plus épaisse et en deux parties. Enfin, vient la quatrième plaque H^3, aussi en deux pièces, qui repose directement sur le plancher en bois *c*, avec lequel l'ensemble des dites plaques est relié par les quatre boulons *b*.

Il faut noter que cette chabotte n'a été ainsi formée de plusieurs pièces qu'en raison de son grand poids, qui n'aurait pas permis de la transporter par les chemins de fer prussiens, sur lesquels on ne reçoit pas de pièces pesant au delà de 20,000 kilogrammes, et d'une largeur excédant 3 mètres. C'est en raison de la combinaison de ces deux données que les plaques H^2 et H^3, que leurs dimensions conduisaient à faire en deux pièces, ont pu recevoir une plus grande épaisseur en profitant du maximum de poids pour chacune de leurs moitiés.

Dimensions et conditions de marche. — On pourra juger de l'importance de cet outil par l'exposé de ses dimensions principales, et par le poids de toutes les pièces qui le composent.

Son fonctionnement a pour bases les proportions suivantes :

Diamètre du cylindre à vapeur	0m 94
Section dudit.	6,940 c.q.
Course du piston ou chute du marteau. . .	2m 51
Pression absolue de la vapeur.	6 atm.
Effort théorique effectif sur le piston. . . .	34,700 kil.

Voici maintenant les poids de toutes les parties :

Les deux plaques de fondation.	13,900 kil.
Les deux colonnes en tôle.	6,700
Le sommier ou entablement, id.	7,500
Les deux jumelles ou guides.	28,400
Le socle du cylindre.	4,250
Le cylindre complet.	5,000
Le porte-marteau et le marteau.	14,450
Le piston et la tige.	740
La chabotte et l'enclume.	150,000
Poids total.	230,940 kil.

Nous serions désireux d'ajouter à ces données pratiques quelques calculs à l'aide desquels on parviendrait à mesurer, en quelque sorte, les effets d'une pareille machine; mais on sait que les *chocs* ne se soumettent pas facilement à un pareil examen, au moins quant à leurs effets sur les corps contre lesquels ils s'exercent, et il est évident que l'on n'arrive à donner aux marteaux-pilons les proportions convenables, pour un certain travail à effectuer, que par des comparaisons entre ceux déjà existants et les effets que l'on en obtient.

Des ingénieurs mécaniciens ont néanmoins adopté, comme mesure comparative de la puissance de ces outils, *le produit de la masse du marteau par sa hauteur de chute*, produit qu'ils expriment en *kilogrammètres*. C'est déjà une base, mais il est certain que, ce produit restant le même, un marteau léger, avec une grande chute, ne donnera pas le même résultat qu'un lourd marteau avec une petite chute, ce qui montre que cette méthode ne convient pas sans restriction pour caractériser les effets d'un marteau-pilon.

Si nous l'appliquons, toutefois, à celui actuel, nous trouvons qu'il représente un effet dynamique égal à :

$$15190^k \times 2^m 51 = 38127 \text{ kilogrammètres.}$$

Mais il y a un point plus important à rechercher, qui intéresse directement la manœuvre de l'outil et conduit à la détermination exacte de la puissance qu'il absorbe en vapeur dépensée : c'est le nombre de coups qu'il peut battre dans un temps déterminé.

Il existe certains systèmes de pilons dans lesquels on peut accélérer

la chute à volonté, soit en faisant arriver de la vapeur à la partie supérieure, soit en y réservant un matelas d'air qui agit par son élasticité, soit par d'autres moyens différents. Mais ici, comme on l'a vu, la partie supérieure du cylindre est entièrement neutre et à l'air libre, ce qui fait que la chute du marteau s'effectue exclusivement sous l'influence de la pesanteur qui, loin qu'on lui vienne en aide, ne peut être que diminuée, si peu que cela soit, par la résistance de la vapeur à l'échappement, par celle de la rentrée de l'air au-dessus du piston, et enfin par le frottement de ce dernier.

Par conséquent, le nombre maximum de coups qu'un tel marteau peut donner est nécessairement limité à la sphère d'activité même de la pesanteur, et il dépend de la hauteur à laquelle le marteau s'élève. Ainsi, moins on le laisse s'élever, et plus les coups peuvent être précipités; tandis que pour la chute maxima, qui répond à la hauteur entière du cylindre, le nombre de coups est nécessairement le plus faible que l'on puisse lui faire donner.

Voyons donc quel peut être ce nombre de coups pour la plus grande chute, qui répond d'ailleurs au plus grand travail du marteau.

Cette estimation a pour base la recherche de la durée de la chute d'un corps sous l'action isolée de la pesanteur et d'une hauteur déterminée.

La formule qui permet de trouver cette durée est la suivante :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

dans laquelle t représente la durée cherchée, en secondes, h la hauteur de chute, en mètres, et g la vitesse acquise après une seconde de chute et égale, comme on sait, à $9^m 81$.

Appliquant cette règle à l'exemple actuel, où $h = 2^m 51$, nous trouvons :

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 2.51}{9.81}} = 0'',715$$

soit un peu plus de deux tiers de seconde.

Ceci étant la durée d'une chute parfaitement libre et dans le vide, il est très-admissible que les différentes causes de retard énumérées précédemment élèvent cette durée à près d'une seconde ; d'autre part, le temps de la levée, qui comprend celui de l'action de la main sur le mécanisme et celle même de la vapeur, ne pouvant être plus court, il s'ensuit donc qu'avec la chute maxima, les coups ne peuvent se succéder qu'à raison d'une vitesse de 30 par minute, au plus.

Les renseignements que nous possédons, d'après l'ingénieur même qui nous a communiqué les dessins d'exécution, sur les fonctions de

cet outil, nous apprennent qu'en effet la vitesse ordinaire est de 25 coups par minute et de 30 au maximum.

Si nous prenons cet état de marche pour base de la puissance, nous en déduisons d'abord que le marteau frappe sur la pièce avec une vitesse égale à :

$$V = \sqrt{2gh}$$

ou :

$$V = \sqrt{19{,}62 \times 2{,}51} = 7 \text{ mètres par } 1'',$$

ce qui représente une force vive de :

$$\frac{PV^2}{g} = 2\,Ph$$

soit :

$$2 \times 15190^k \times 2^m 51 = 76254 \text{ kilogrammètres.}$$

Enfin, le travail théorique absorbé devant être la moitié de cette force vive, devient :

$$\frac{76254}{2} = 38127 \text{ kilogrammètres,}$$

ou, en langage ordinaire, et en remarquant que le cylindre ne fournit que trente cylindrées de vapeur par minute :

$$\frac{38127}{75 \times 2} = 254 \text{ chevaux-vapeur.}$$

Ce dernier résultat signifie que, le marteau marchant à sa plus grande chute et à une vitesse qui répond à 30 coups par minute, le cylindre travaille comme celui d'une machine à vapeur ordinaire à simple effet, d'une puissance effective de 254 chevaux, plus un certain excédant de force qu'il doit développer au début de la levée, pour vaincre l'inertie, parce que ce genre de machine ne peut, comme on sait, avoir de volant.

HAUTS-FOURNEAUX, FORGES ET ACIÉRIES

DE LA MARINE ET DES CHEMINS DE FER

VISITE AUX USINES

De MM. PETIN, GAUDET ET Cᵉ à Rive-de-Gier, Assailly et Saint-Chamond.

Nous venons de visiter pour la troisième fois, depuis quelques années, plusieurs des usines de MM. Petin et Gaudet, dont nous recevons toujours l'accueil le plus cordial et le plus sympathique.

De tous les établissements industriels qu'il nous a été permis d'examiner jusqu'ici, il en est peu, il faut bien le dire, qui, dans leur spécialité, présentent autant d'intérêt, réunissent autant de progrès, que nous en trouvons chez ces habiles et honorables manufacturiers.

Ils se sont non-seulement agrandis considérablement à Assailly comme à Saint-Chamond, mais ils ont encore apporté des améliorations importantes dans leur matériel et dans leurs procédés de fabrication. C'est ainsi qu'ils sont constamment parvenus à se maintenir à la hauteur des exigences des demandes soit de la marine ou de la guerre, soit de l'industrie privée et des chemins de fer.

Nous en citerons un exemple bien frappant. Il y a deux ans à peine que MM. Petin et Gaudet ont cherché à appliquer le système Bessemer dans leur aciérie d'Assailly, et depuis plus d'une année les deux appareils fonctionnent régulièrement, dans de bonnes conditions relatives, grâce à leurs soins assidus et constants, aux essais de toute sorte qu'ils n'ont cessé de faire sur l'emploi des fontes, sur la manœuvre et la durée du travail, sur la pression de l'air et l'intensité de la flamme, sur la coulée et la préparation des lingots (1).

Après toutes ces expériences, ils se sont décidés à acquérir des hauts-fourneaux à Givors, afin de pouvoir faire leurs fontes, et par suite être certains de leur qualité. Aussi ils sont aujourd'hui tellement sûrs des résultats qu'ils peuvent obtenir, qu'à l'avance ils vous disent : nous allons faire, avec cette coulée, des aciers de telle nature, et nous n'au-

(1) En décrivant dans nos deux précédents volumes les divers appareils de M. Bessemer, pour la fabrication de l'acier fondu, nous avons donné avec détails les différentes particularités du procédé, et, en outre, un extrait des mémoires qui ont été rédigés sur ce sujet par des savants destingués, MM. Frémy et Gruner, qui en ont fait une étude spéciale,

rons que telle quantité de déchets. Disons aussi que les fontes qui alimentent aujourd'hui les hauts-fourneaux de Givors proviennent des riches minerais que MM. Petin et Gaudet font venir de leurs mines de Sardaigne qu'ils ont acquises du gouvernement d'Italie, et pour l'exploitation desquelles ils ont fait faire des travaux considérables, avec un chemin de fer de 15 kilomètres de parcours, permettant de transporter directement les minerais jusqu'aux bateaux à vapeur de transport.

La richesse de ces minerais est telle qu'ils peuvent donner 60 à 70 pour 100 de fer de très-bonne qualité. L'exploitation est déjà assez avancée maintenant pour fournir annuellement 200,000 tonnes en ne travaillant seulement que cinq à six mois par année. Sous peu, la production s'élèvera à 6 et 800,000 tonnes; par conséquent elle pourra alimenter d'autres établissements que ceux de la Compagnie.

Nous avons été assez heureux, après avoir déjà vu marcher précédemment l'une des deux cornues de l'appareil Bessemer, d'assister, pendant notre dernier séjour aux usines, à une opération bien plus importante, qui, pour nous, devait être tout à fait concluante, et nous a causé, nous devons le dire, une certaine émotion et en même temps un véritable plaisir, mais qui paraissait à ces messieurs tellement naturelle, qu'ils n'en éprouvaient pas la moindre inquiétude, pas plus, du reste, que le directeur de l'usine, M. Bonacier fils, qui, jeune encore, est devenu le digne successeur de son père.

Il s'agissait de couler un lingot du poids de 11 à 12 tonnes; or, comme chaque cornue, quoique d'une capacité assez grande pour contenir 7 à 8,000 kilog. de fonte, ne coule en général que 5,000 à 5,500 kilog. d'acier (1), on avait eu la précaution de mettre en feu un certain nombre de fours à creusets, afin de pouvoir suppléer à la partie qui ne serait pas fournie par les cornues.

MM. Petin et Gaudet avaient eu l'amabilité de nous conduire à l'usine assez tôt, pour assister à tout le travail, depuis le commencement jusqu'à la fin; de sorte que nous avons pu suivre les opérations successives avec le plus vif intérêt.

Les deux grands fours à réverbère qui étaient en feu pour alimenter les appareils, contenaient chacun la fonte nécessaire pour remplir une cornue; et à côté se trouvaient les deux petits fours qui chauffaient également pour être prêts, au moment voulu, à fournir l'excédant de fonte qui doit s'ajouter à la matière après la décarburation.

Des rigoles ou gouttières mobiles en tôle, garnies intérieurement de terre réfractaire, étaient convenablement agencées pour recevoir la fonte en fusion; tandis que l'on chauffait l'intérieur des cornues dans les-

(1) Nous croyons que ces cornues sont encore jusqu'ici les plus grandes que l'on ait établies pour fabriquer l'acier Bessemer. Chacune d'elles est accompagnée de deux grands fours à réverbère, dont un seul fonctionne pour l'alimenter, et d'un autre petit four qui contient la fonte additionnelle.

quelles on avait jeté une certaine quantité de charbon incandescent, alimenté par un courant d'air, on chauffait en même temps les parois intérieures de la grande poche destinée à recevoir les produits des deux appareils.

Dès que le contre-maître, chargé de la direction des opérations, eut reconnu que tout était prêt, il ordonna la coulée de la fonte dans la première cornue qui, à l'aide de la presse hydraulique que nous avons décrite, a tourné sur elle-même pour présenter sa tubulure ou son bec avancé à l'embouchure de la rigole correspondante, et immédiatement un véritable ruisseau de feu, coulant avec rapidité, est venu remplir la cornue que l'on a redressée aussitôt, et activement alimentée d'un courant d'air dont la pression moyenne ne s'élève pas à deux atmosphères.

Pendant ce temps, la seconde cornue s'est présentée à son tour à la rigole qui amenait la fonte du deuxième grand four à réverbère, afin de se remplir de la même façon, puis on l'a relevée, sa tubulure en haut, et on lui a également envoyé du vent forcé. Deux fortes machines soufflantes prenant ensemble une puissance de 140 à 150 chevaux sont nécessaires pour fournir l'air aux deux appareils.

Comme il y a eu nécessairement quelques minutes d'intervalle entre les deux coulées, il est évident que la décarburation dans la première cornue était un peu plus avancée que dans la seconde. Après un quart d'heure environ d'insufflation, on voyait successivement la flamme changer d'intensité et de nuance; aussi les praticiens reconnaissent aisément, à son simple aspect et au bruit de l'air dans l'appareil, le degré d'avancement de l'opération.

Le contre-maître ordonne alors d'arrêter le vent, de renverser la cornue, et d'y introduire une certaine quantité de fonte en fusion qui avait été préalablement chauffée au petit four à réverbère construit près du premier. On ne peut se tromper sur la proportion, parce qu'elle a été établie à l'avance, en pesant, d'une part, les gueuses jetées dans le grand four à réverbère, et, de l'autre, celles mises dans le petit four, proportion qui varie évidemment suivant la nature ou la qualité des fontes, et qui, en moyenne, peut être de 8 à 10 pour 100.

Dès que cette fonte additionnelle est versée dans la cornue, on redresse celle-ci et on insuffle un peu de vent pour bien effectuer le mélange; puis on la renverse de nouveau, en approchant alors la grande poche à l'aide de la grue tournante placée au centre de tout le système, et après avoir retourné et descendu cette poche au point convenable, on a suffisamment incliné la cornue pour y faire déverser sa matière liquide. A peine celle-ci était-elle vide que l'on faisait pivoter la grue pour amener la poche à moitié pleine au-dessous de la seconde cornue, qui avait complété sa décarburation et reçu la quantité de fonte additionnelle qui donnait à l'acier le degré voulu.

La poche remplie vint se présenter, toujours portée par la grue, au-

dessus de la grande lingotière préparée pour recevoir tout le métal liquide, puis on souleva la soupape fermant l'orifice du fond, afin de donner écoulement à la matière. Mais, en même temps, on avait eu le soin de remplir une petite poche placée à peu de distance, avec tous les creusets pleins que les ouvriers étaient venus verser successivement et en quelques instants. On avait établi une communication entre la partie inférieure de cette seconde poche et la partie supérieure de la première au moment même où elle se vidait dans la lingotière, de sorte qu'il n'y eût aucune interruption dans la coulée, qui se fit ainsi avec la plus grande régularité. Comme il y a eu un excédant de métal dans la grande poche, après le coulage du gros lingot de 11,000 kilog., on la transporta immédiatement, toujours à l'aide de la grue centrale, au-dessus d'autres lingotières plus petites, afin d'utiliser tout l'acier obtenu.

Nous pûmes constater que tout ce travail, qui a été, je le répète, un véritable spectacle pour nous, n'a pas duré plus d'une demi-heure depuis le moment où l'on a chauffé les cornues et qu'on les a successivement remplies de fonte en fusion jusqu'au moment où les lingots ont été coulés. Les opérations se sont succédé avec une telle rapidité et en même temps avec une si grande précision, que nous en étions vraiment émerveillés en les suivant avec la plus vive attention ; tout se passait sans bruit, sans paroles inutiles. Il suffisait à M. Bonnassiès de faire des signes à chacun des hommes chargés des diverses manœuvres pour qu'elles fussent exécutées à l'instant même, chaque ouvrier étant exactement à son poste, l'œil sur le maître et prêt à remplir l'ordre muet qui lui était indiqué.

Nous avons toujours admiré, de ce côté, le silence qui est généralement observé dans les usines de MM. Petin et Gaudet, aussi bien à Rive-de-Gier et à Saint-Chamond qu'à Assailly, toutes les fois qu'il s'agit de grandes opérations, comme le corroyage d'un gros arbre en fer, ou le laminage d'une roue, d'un bandage ou d'une plaque de blindage. Il est réellement curieux de voir cette légion d'ouvriers obéir comme un seul homme pour l'exécution des manœuvres qui ne leur sont commandées que par signes, tandis que, dans d'autres établissements, les chefs d'atelier se donnent souvent beaucoup de peine à crier, à se faire entendre, pour que les hommes comprennent leurs ordres.

En présence des résultats merveilleux obtenus avec les appareils Bessemer, résultats qui deviennent aujourd'hui tout à fait réguliers à l'usine d'Assailly, et qui commencent aussi dans quelques autres aciéries, bien des personnes ne craignent pas d'avancer qu'avant peu le prix de l'acier doit être tellement réduit qu'il sera inférieur à celui du fer.

Cette assertion pourrait être vraie si la consommation de ce métal, qui est évidemment appelé à remplacer le fer dans un très-grand nombre d'applications, répondait réellement à la production, et si, par suite, elle pouvait correspondre à la main-d'œuvre et aux frais généraux. Mais tant

que l'emploi en sera limité, et par conséquent tant que la quantité d'acier demandée par le commerce sera de beaucoup inférieure à celle que l'on peut raisonnablement produire avec les appareils établis, il ne sera pas possible de compter sur des prix très-réduits.

Avec les deux appareils de MM. Petin et Gaudet, dont les frais d'établissement s'élèvent à plus de 500,000 fr. (sans la prime payée à l'inventeur), il serait facile de fabriquer 800 à 1,000 tonnes d'acier Bessemer par mois, soit 32 à 40 tonnes par jour. Il suffirait, en effet, d'une moyenne journalière de quatre à cinq coulées pour chaque cornue, ce qui est très-possible, puisque, comme on vient de le voir, une demi-heure correspond à une double coulée. Il est vrai qu'il faut mettre la fonte en fusion dans les fours à réverbère; mais ceux-ci, étant en double, permettent de ne pas perdre beaucoup de temps dans cette opération. Le personnel et le matériel deviendraient ainsi convenablement utilisés. Mais si, au contraire, la consommation ne permet pas de faire plus de 300 à 350 tonnes par mois, soit 12 à 15 tonnes par jour, ce qui est environ la production actuelle d'Assailly, et qui correspond aux demandes faites par l'industrie, on ne fait pas la moitié des coulées qu'il est réellement possible de faire ; il en résulte que, comme le nombre d'ouvriers reste le même et que les appareils ne fonctionnent qu'une partie du temps, la dépense est proportionnellement beaucoup plus considérable, puisque la main-d'œuvre et les frais généraux se répartissent sur une production notablement moindre. Il doit en être de même dans toutes les grandes aciéries qui s'établissent avec le système Bessemer, et à plus forte raison dans les établissements de second ordre, qui ne fonctionnent qu'avec des appareils beaucoup plus petits, puisque la durée des opérations est la même et que le personnel est proportionnellement plus nombreux.

Les ingénieurs, les mécaniciens, comme les grandes compagnies industrielles, doivent donc chercher à multiplier autant que possible les applications de l'acier fondu, pour arriver à l'obtenir à bas prix, parce qu'alors la production sera réellement en rapport avec la consommation. Au sujet du coulage des lingots, disons que nous avons remarqué avec beaucoup d'intérêt les nouvelles lingotières imaginées par MM. Petin et Gaudet, et qui sont appliquées très-avantageusement dans le procédé Bessemer.

Ces messieurs avaient observé que lorsqu'on coule des petits lingots dans des moules ordinaires, au-dessus desquels il faut promener la poche qui doit les remplir, on perd du temps, on fait beaucoup de déchets et on n'obtient pas toujours des pièces bien saines, à cause des refroidissements rapides et des soufflures qui sont plus ou moins multipliées. Ils ont eu l'idée de faire des moules ou lingotières multiples, renfermés dans les mêmes châssis, avec un canal central par lequel a lieu la coulée, et qui communique par le bas avec tous les autres canaux ou moules

latéraux. De cette façon, la poche verse constamment sans être déplacée dans ce canal central, et la matière, se répandant à la fois dans toutes les lingotières, n'a pas le temps de se refroidir et donne des lingots sans soufflure, qui sont d'autant plus sains que l'air est chassé au fur et à mesure que le métal s'élève dans chaque moule. Ce mode de coulage des petits lingots constitue un perfectionnement très-important dans l'emploi du Bessemer : aussi il n'est que juste que MM. Petin et Gaudet s'en soient réservés les applications par un brevet d'invention.

Pour les gros lingots, ces messieurs ont aussi fait une amélioration qui avant peu, nous n'en doutons pas, sera bien appréciée par les constructeurs et surtout par la marine et les chemins de fer.

Jusqu'ici on a fondu ces lingots pleins; or, lorsqu'ils présentent un fort diamètre, de 25 à 30 centimètres, par exemple, et même plus, on n'est jamais certain qu'ils ne sont pas poreux, plus ou moins remplis de soufflures, et lorsqu'on les chauffe pour les soumettre à l'action du marteau-pilon, il est difficile, pour ne pas dire impossible, de leur donner le même degré de chaleur au centre qu'à la circonférence; souvent ils sont blancs à l'extérieur qu'ils n'ont pas atteint au cœur le rouge cerise. De là, par suite, des pièces qui ne présentent pas toute la solidité désirable.

Or, MM. Petin et Gaudet ont imaginé de couler ces lingots creux, comme des tubes très-épais. Il en résulte, d'une part, qu'ils sont beaucoup plus sains que lorsqu'ils sont fondus pleins; on est bien plus certain de leur homogénéité et de l'absence complète de soufflures; d'un autre côté, ils se chauffent très-régulièrement dans toute leur épaisseur, le centre acquiert, sans peine, la même température que la circonférence, et l'on obtient par suite des pièces très-résistantes, très-homogènes, qui présentent la plus parfaite sécurité.

Pour des axes coudés de locomotives, pour des arbres de couche de bâtiments à vapeur, on comprend l'avantage d'un tel procédé, car non-seulement ils sont plus solides, mais encore ils sont moins susceptibles de s'échauffer, en laissant constamment une circulation d'air intérieure. Dans la fabrication des canons en acier, il sera d'autant plus apprécié qu'il permet de réduire notablement la main-d'œuvre, puisque le percement de la pièce fondue creuse se fera dans un temps beaucoup plus court que celui de la pièce pleine. Pour les bandages de roues, pour les bagues ou les rondelles qui doivent revêtir les canons, ce système sera également appliqué avec succès, en fondant de grands lingots creux, en les forgeant et en les coupant par des plans parallèles à l'épaisseur voulue pour les soumettre ensuite au marteau pilon.

Un tel procédé est encore remarquable sous un autre point de vue, en ce qu'il permet de réduire considérablement la puissance nécessaire pour le corroyage. Il est en effet beaucoup plus facile de forger un gros cylindre creux qu'un cylindre plein, de section correspondante. Aussi

nous avons vu qu'à Saint-Chamond, après avoir commencé les modèles d'un énorme marteau-pilon qui devait avoir un poids considérable et une chute de 4 à 5 mètres, MM. Petin et Gaudet ont abandonné ce projet pour en établir un autre dans des proportions notablement réduites, et qui cependant pourra largement suffire à corroyer les plus forts lingots et les arbres des plus gros diamètres. Ce nouveau marteau présente sous le rapport de la construction des particularités très-intéressantes, qui constituent dans ce genre de machines des améliorations fort importantes que nous ne manquerons pas de faire connaître.

Les usines de Saint-Chamond, qui comprennent l'atelier des tours et modèles, les fonderies, les forges pour l'exécution des grosses pièces et les ateliers d'ajustage et de montage, n'ont pas moins pris d'extension que celle d'Assailly, qui est spéciale à la fabrication des aciers. Elles occupent aujourd'hui, avec les nouvelles acquisitions de terrains, une superficie considérable qui, avec les cours et les espaces libres, correspond à près de 50,000 mètres carrés, dont la moitié au moins est entièrement couverte. La plupart des anciens bâtiments sont successivement remplacés par de belles et larges halles, dont les fermes sont en tôle et à grande portée, avec des poutres armées, en fer, supportées par de fortes colonnes en fonte; le tout est disposé de manière à former partout des points d'appui tellement solides que l'on pourra sans crainte y appliquer les plus fortes charges, condition importante dans une fonderie où l'on est susceptible de couler de très-lourdes pièces.

L'outillage est certes plus considérable que dans la plus grande partie des premiers ateliers de constructions mécaniques, non-seulement sous le rapport des machines en activité, mais encore sous le rapport de leurs grandes dimensions. Il en est parmi elles plusieurs qui ont coûté chacune 40 et 50,000 francs. Pour compléter ce riche et puissant matériel, MM. Petin et Gaudet ont commandé tout récemment deux nouveaux tours et alésoirs destinés à l'alésage et au tournage des grosses pièces de canon, et dont le prix ne s'élève pas à moins de 120,000 fr.

On comprend sans peine qu'avec de tels outils on puisse enlever sur les pièces de métal de fortes épaisseurs de matière. Aussi nous avons emporté des copeaux de fer provenant du tournage des frettes de canon qui n'avaient pas moins de 10 centimètres de largeur sur plus d'un mètre de longueur. Les plus forts rabots des menuisiers ou des machines à travailler le bois n'enlèvent certainement pas d'aussi forts copeaux même dans les bois tendres.

Ces grands outils présentent de l'intérêt autant par le travail spécial qu'ils exécutent que par les dispositions particulières de leur mécanisme, et par les larges proportions ménagées dans toutes leurs parties. Ainsi, à côté des grandes machines à raboter horizontales à plusieurs outils, nous avons remarqué des raboteuses de MM. Elwell et Poulot, qui sont également horizontales, mais travaillent latéralement, afin de dresser les

côtés des fortes plaques de blindage que MM. Pétin et Gaudet exécutent pour la marine impériale, puis des raboteuses verticales, système Mazeline, que nous avons publiées dans le XIIe volume, et des limeuses de grandes dimensions à retour rapide.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler de leurs puissants laminoirs à tôle qui, nous le pensons, n'ont pas encore leurs pareils en Angleterre, et avec lesquels ils ont exécuté ces énormes balanciers des bateaux transatlantiques qui font le service de Saint-Nazaire au Brésil et aux États-Unis. Ces laminoirs, connus aujourd'hui sous le nom de *laminoirs universels*, sont accompagnés de chariots spéciaux qui leur apportent les pièces des fours à réchauffer, et d'un système de supports mobiles qui soulèvent la plaque de métal au moment du passage, afin de faciliter son *engrènement*; des cylindres verticaux sont appliqués sur les côtés, comme dans le système que nous avons publié dans le tome XVe, pour limiter la largeur du blindage ou de la feuille de tôle, et permettre de faire les côtés assez droits, assez corrects, pour ne pas avoir à les retoucher.

On se rappelle que ces laminoirs, qui sont commandés par une machine spéciale d'une puissance nominale correspondant à 5 ou 600 chevaux, se distinguent encore par l'application d'un mécanisme très-ingénieusement disposé pour changer le sens du mouvement de rotation des cylindres, afin de laminer les pièces à l'aller et au retour indistinctement.

Nous avons aussi mentionné la grande scie circulaire qui coupe à chaud les plus forts blindages, mais nous n'avions pas encore parlé des nouvelles cisailles à chariot supérieur, permettant de travailler dans deux directions perpendiculaires, et auquel sont suspendus par des chaînes des crics à main que les ouvriers manœuvrent avec une grande dextérité pour soutenir la tôle pendant le cisaillement, et l'amener successivement sous l'action du couteau. En voyant fonctionner une telle machine, on est réellement étonné de la rapidité avec laquelle les plus fortes tôles sont rognées et coupées de largeur sans grande fatigue pour les hommes qui la desservent.

Ce ne sont pas des heures, mais des journées entières qu'il faudrait passer à Saint-Chamond, pour visiter avec fruit tous les ateliers, suivre les divers genres de travaux, et pouvoir bien examiner tout le matériel en activité. Il nous serait bien difficile de raconter tout ce que nous y avons vu, malgré le peu de temps que nous y avons passé, à cause de la diversité et de la multitude d'opérations différentes qui s'effectuent à la fois et avec une très-grande rapidité.

Ainsi, dans la forge, on voit, d'un côté, des paquets sortant tout suants d'un four à réchauffer et portés au marteau-pilon pour être préparés à former des cercles ou des bandages de roue, que l'on va terminer au laminoir. De l'autre, des paquets plus forts apportés d'un autre four à une machine spéciale et fort ingénieuse, qui sert à confectionner la roue tout entière en une seule passe.

Plus loin, ce sont ces énormes paquets destinés aux plaques de blindage de 2,000 à 3,000 kilog. ou bien à la fabrication de ces feuilles de tôle qui ont 15 à 20 mètres de longueur et 10 à 12 millimètres d'épaisseur, ou bien encore ce sont de gros lingots d'acier que l'on veut allonger et corroyer, et qui sont successivement soumis à l'action du marteau-pilon et du laminoir.

Dans la fonderie, on remarque les nombreux fourneaux à la Wilkinson de grandes et de moyennes dimensions, capables de fournir la matière nécessaire à la coulée de pièces de 50 à 60 tonnes et plus; puis, à côté, des grues assez puissantes, assez solidement établies pour le transport et la manœuvre des grandes poches qui versent la fonte dans les moules les plus volumineux. Ajoutons qu'en ce moment on exécute une nouvelle grue automatique qui doit fonctionner à la vapeur, et qui présente des perfectionnements remarquables dont nous ferons prochainement, avec l'autorisation de MM. Petin et Gaudet, le sujet d'un article intéressant. Dans l'atelier d'ajustage et de montage, on est peut-être encore plus émerveillé, non-seulement, comme nous l'avons dit, à cause du grand nombre d'outils en fonction, mais surtout en raison du travail qu'ils exécutent. Il faudrait s'arrêter à chacune de ces machines très-longtemps pour pouvoir expliquer et bien faire voir tout ce qu'elles présentent de particulier.

Les ateliers de Rive-de-Gier, où se trouve le siége de l'administration, sont également bien meublés en machines-outils et en marteaux-pilons. On y exécute des arbres de fortes dimensions, des essieux coudés et d'autres organes; on y fait beaucoup de plateaux et de pistons en fer, des manivelles, des bielles, des essieux droits, sur lesquels on ajuste les roues de wagon, ainsi que beaucoup d'autres pièces spéciales.

MM. Petin et Gaudet, avec une obligeance et une confiance extrêmes, dont nous leur conservons la plus profonde reconnaissance, ne nous ont pas seulement fait visiter ces divers établissements dans tous leurs détails, mais ils nous ont encore fait entrer dans leurs différents bureaux, afin de nous montrer leurs livres et nous initier à leur comptabilité, qui, nous nous faisons un vrai plaisir de le déclarer, est tenue avec une simplicité très-grande, comparativement à ce que l'on fait habituellement, et néanmoins avec une lucidité, une exactitude telles, que, dans l'espace de quelques minutes, il est facile de se rendre parfaitement compte de la situation générale des affaires. Ce qui prouve que ces messions ont su s'entourer à la fois d'un personnel intelligent et honnête pour tout ce qui regarde la partie administrative et contentieuse, en même temps qu'ils ont formé pour leurs ateliers des chefs, des contremaîtres capables, travailleurs et dévoués, qui se sont attachés à leurs patrons, tout en se faisant estimer de leurs ouvriers.

TRAITEMENT DU LIN ET DU CHANVRE

MACHINES A BROYER ET A TEILLER LE CHANVRE

SANS ROUISSAGE PRÉALABLE

Par MM. LÉONI ET COBLENZ, manufacturiers à Paris.

(PLANCHES 28 ET 29.)

Nous avons consacré dans ce Recueil, comme nos lecteurs doivent se le rappeler, une large part aux machines et appareils destinés au traitement du lin et du chanvre, comme teillage, assouplissage et peignage mécanique, soit pour les préparations et la filature proprement dite, soit encore pour le cardage et le filage des étoupes, le tissage mécanique, etc. Nous croyons faire plaisir à plusieurs de nos lecteurs en leur faisant connaître aujourd'hui les procédés mécaniques de teillage inventés et mis en œuvre par MM. Léoni et Coblenz, qui ont cherché à broyer et à teiller le chanvre sans le faire passer par le rouissage, lequel est, comme on sait, une opération à la fois dangereuse, difficile et dispendieuse. Nous avons surtout été engagé à cette publication par notre regretté et bon ami, M. A. Brière, qui nous avait donné beaucoup de renseignements utiles sur la filature, et qui, en s'associant à la machine de M. Lallier, que nous avons décrite dans le XVe volume, nous faisait présager les meilleurs résultats du système de MM. Léoni et Coblenz.

Disons tout d'abord que ces messieurs avaient établis à Vaugenlieu, près Compiègne, une première usine qui, en peu d'années, avait pris une extension considérable, grâce aux nouveaux appareils installés, à l'agencement et à la conduite générale des opérations multiples se succédant avec une méthode et une régularité parfaites, et aussi par des combinaisons commerciales très-larges, qui démontraient une entente complète de l'industrie mise en exploitation.

Mais dans la nuit du 21 au 22 février 1864, un grand incendie a presque complétement détruit cette usine, que MM. Léoni et Coblenz venaient de fonder avec tant de soins et des difficultés de toutes natures, comme

celles, du reste, que l'on rencontre toujours quand on veut établir une industrie jusqu'alors sans précédent. Nous devons toutefois nous empresser d'ajouter qu'avant la fin de cette même année 1864, l'usine a été reconstruite sur un plan nouveau. Les bâtiments, considérablement agrandis, occupent maintenant une superficie de 2,000 mètres carrés. Les matériaux de construction ont été choisis de manière à écarter autant que possible les chances de sinistres. Les matières premières sont installées sous 3,000 mètres de halles en fer, et des ateliers spéciaux sont disposés pour servir au dégommage du chanvre et du lin. Une cité ouvrière permet de loger deux cents ouvriers.

Avant l'accident, MM. Léoni et Coblentz avaient demandé à la Société d'encouragement de vouloir bien nommer une commission pour faire un rapport sur leur usine. L'intérêt que présente le travail de cette commission, composée de MM. Alcan, Duchesne, Hervé-Mangon et de M. Barral, rapporteur, nous a engagé à en extraire une grande partie qui va nous permettre de donner sur cette usine des détails historiques très-complets.

Dans tous les temps, dit M. Barral, et dans tous les pays, la production et le traitement des matières textiles ont été justement l'objet des préoccupations publiques, puisque ces matières sont destinées à la satisfaction d'un des principaux besoins de l'homme.

Dans ces dernières années, privées de coton par suite de la guerre intestine des États-Unis d'Amérique, on a proposé son remplacement par une foule d'autres plantes; mais c'est surtout au lin et au chanvre qu'il était naturel d'avoir recours. Aussi, en France, l'agriculture a-t-elle donné une extension beaucoup plus grande à ces deux plantes.

Si les méthodes de préparation de ces substances parviennent à être simplifiées de manière à fournir un plus fort rendement en filasse, une diminution dans les frais, une amélioration dans la qualité des produits, une révolution nécessaire, ou tout au moins bien désirable, dans les méthodes si insalubres du rouissage rural, on peut penser que ces deux plantes deviendront d'un usage tout à fait populaire, et qui permettra d'oublier complétement les services jadis rendus par leur envahissante rivale. Il en résultera pour l'agriculture nationale une source de prospérité nouvelle; car, partout où une culture industrielle se développe, on voit aussitôt les autres cultures progresser, devenir plus productives et plus rémunératrices; l'aisance s'introduit, dès lors, parmi les populations rurales.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale ne pouvait, en conséquence, manquer d'étudier, avec la plus scrupuleuse attention, un procédé qui lui était présenté comme étant en exécution dans une très-grande usine, comme réalisant dès à présent et d'une manière complète le problème du teillage mécanique, avec *suppression totale du rouissage préalable*, tout au moins pour le chanvre destiné aux cordages, lequel forme les deux tiers de la quantité totale du chanvre consommé en France; comme promettant enfin, dans un avenir prochain, son application aux filatures de chanvre et de lin.

Après la description des procédés suivis dans l'usine de Vaugenlieu, ce rapport expliquera les progrès accomplis, il fera ressortir les avantages produits

par l'application des opérations mécaniques au travail du chanvre; il recherchera les résultats économiques, et enfin il exposera les progrès que l'agriculture peut en attendre. Mais auparavant il convient de rappeler que l'idée de retirer les fibres textiles du lin et du chanvre directement de la plante, sans avoir recours au rouissage préalable, n'est pas nouvelle.

A plusieurs reprises, le *Bulletin de la Société d'encouragement* a donné la description de procédés proposés pour résoudre ce problème. Nous citerons notamment celui de M. James Lee, qu'on trouve dans les *Bulletins* des années 1815 et 1816. Après la dessiccation des poignées, on les soumettait à l'action d'une broie ou brisoir, puis d'une machine à nettoyer, d'un peigne et enfin d'un affinoir composé de rouleaux cannelés et destinés à assouplir la filasse. (T. XIV du *Bulletin*, p. 206, et t. XV, p. 74 et 276.) Diverses modifications à ces machines furent ajoutées par MM. Hill et Bundy (t. XVII, p. 97).

M. Christian, directeur du Conservatoire des arts et métiers, a fait en 1817, au nom du gouvernement, divers essais afin de vérifier la possibilité des méthodes proposées par les Anglais pour le teillage direct du lin et du chanvre sans rouissage, et qui n'étaient que vaguement connues. A cet effet il a imaginé une machine, par laquelle il pensait pouvoir faire à la fois trois opérations, savoir : 1° aplatir la tige et briser le tuyau ligneux par petites parties dans toute sa longueur; 2° fendre longitudinalement ces petites parties, rompues précédemment dans leur largeur, et les séparer de la filasse, ce qui donne la chènevotte; 3° diviser et adoucir la filasse, se présentant alors par petits rubans plus ou moins larges.

La machine imaginée par Christian se composait de deux paires de cylindres cannelés auxquels on communiquait des vitesses différentes au moyen d'un double engrenage mu par une manivelle. La première paire des cylindres dits alimentaires était en fer; ces cylindres, d'un petit diamètre, portaient des cannelures longitudinales et angulaires sans être tranchantes. La seconde paire, nommée cylindres peigneurs, était en bois avec des axes en fer; les cannelures, parallèles à l'axe, étaient rapportées sur la circonférence, de manière qu'on pouvait les ôter et les remplacer à volonté. Ces cannelures étaient en bois dur, mais elles portaient à leur sommet des lames de fer taillées perpendiculairement à leur longueur, en petites dents plates, arrondies au sommet et polies sur toutes les faces. Ces lames étaient encastrées solidement à la partie supérieure des cannelures; celles-ci étaient tracées de manière que, en engrenant légèrement les unes dans les autres, leurs faces latérales frottaient l'une sur l'autre et ne permettaient point aux lames de fer de toucher le bois. Les cylindres alimentaires commençaient à aplatir les tiges, pour les livrer ensuite aux cylindres peigneurs, qui, animés d'une vitesse quinze ou dix-huit fois plus grande, fendaient la chènevotte et la détachaient des filaments; ceux-ci étaient adoucis et divisés par le frottement des faces des cannelures et par l'action des petites dents dans la rotation rapide des cylindres peigneurs. Il ne restait plus qu'à faire passer les fibres entre les pointes du peigne ou du séran ordinaire, du moins pour la fabrication des cordes ou des toiles grossières. (T. XVI du *Bulletin*, p. 225.)

Ces machines, construites par MM. Molard et Christian, ne furent pas adoptées dans l'industrie parce qu'elles donnaient des résultats trop imparfaits. On rencontre seulement aujourd'hui quelques teilleuses mécaniques fondées sur

l'emploi de tables et de cylindres cannelés, qui sont employés après un rouissage préalable du lin ou du chanvre, et quelquefois même avant et sans rouissage; telles sont celles de Robert Plummer, de Mac-Pherson, de Claussen, etc. (1).

La Société d'encouragement a ouvert pendant longtemps des concours pour la découverte de procédés salubres pour la préparation du lin et du chanvre, en remplacement du rouissage rural ordinaire. Des médailles et des encouragements ont été décernés à MM. Donadei, Bardou et Merk; mais le prix n'a jamais été remporté, et la question a été retirée du concours en 1853.

Après quelques tentatives en Autriche, MM. Léoni et Coblenz ont fait les premiers essais de leurs procédés en 1857, 1858 et 1859, à Ivry près Paris. Ces premières années se sont passées en expériences diverses, ayant pour but à la fois de chercher les meilleures dispositions des machines et de préparer des échantillons de filasse qui pussent être appréciés dans l'industrie.

Ce n'est qu'en 1860 qu'ils construisirent l'usine de Vaugenlieu et qu'ils sortirent de la période des expérimentations. Mais, pendant cette première année, la quantité de chanvre travaillé ne dépassa pas 50,000 kil. de tiges.

En 1861, la fabrication fut régulière jusqu'au mois de mai. A cette époque, de nouvelles machines durent être introduites dans l'usine, et les ouvriers furent en outre occupés à la récolte, dont la bonne exécution n'était pas encore connue dans le pays.

Pendant cette année 1861, on a broyé 125,000 poignées de chanvre pesant 300,000 kil. et correspondant environ à la récolte de 60 hectares.

En 1862, il y eut encore interruption dans la fabrication, pour l'agrandissement des ateliers et le montage de nouvelles machines et de chaudières; le travail ne porta que sur 120,000 poignées, pesant 310,000 kilogr.

En 1863, la quantité soumise à la fabrication, dans l'usine de Vaugenlieu, s'éleva à 495,497 bottes, pesant brut 1,346,940 kilogr., et correspondant à la récolte de 250 hectares.

Le travail n'a duré que six mois, mais il a été continué jour et nuit. Dans les derniers mois de l'année, de nouvelles machines ont été montées, les ateliers ont été agrandis et améliorés, et MM. Léoni et Coblenz espéraient pouvoir faire travailler plus de 5 millions de kilogrammes en 1864.

Ces chiffres démontrent qu'on est maintenant, à Vaugenlieu, en présence d'une exploitation sérieuse et progressive. Les livres de l'usine prouvent d'ailleurs que sa clientèle grandit, que le placement de tous ses produits s'effectue avec facilité, et que ces produits sont surtout recherchés dans la corderie (2). Le nombre des ouvriers occupés en 1863 a varié entre 75 et 100 par jour, travaillant avec deux séries de machines; en février 1864, 200 ouvriers étaient occupés jour et nuit, et faisaient marcher quatre séries de machines.

Lors de la visite de la Commission à l'usine, au mois de juillet 1863, il y

(1) Dans les vol. III et IV de ce Recueil nous avons donné la description de deux machines à teiller: l'une de M. Hoffmann, construite par M. Decoster; l'autre inventée par M. Mertens et exécutée par MM. Chapelle et Montgolfier.

(2) Parmi les principales maisons prenant des chanvres de Vaugenlieu, nous citerons MM. Coquerel-Tétard, de Boulogne-sur-Mer; Ouarnier-Mathieu, de Compiègne; Frémicourt-Becquet, de Lens; Sellier, de Dieppe; Merlié-Lefèvre et Cᵉ, du Havre, etc.; ainsi que plusieurs filateurs et cordiers en Angleterre, par l'intermédiaire d'un agent à Londres.

avait une grande quantité de bottes de chanvre en meules et sous de grands hangars; ces bottes ou poignées ayant environ 0m 25 de diamètre, étaient amenées près d'un coupe-racines mu par la vapeur, et auquel un ouvrier les présentait pour en faire détacher les racines. Douze poignées à la minute étaient ainsi privées d'une partie ligneuse qui ne présente pas de filaments et qui constitue un véritable déchet dans le commerce, où l'on appelle ces racines des « pattes. » Le coupe-racines employé consiste simplement en une sorte de guillotine, dont le couteau se meut verticalement en tournant, à une extrémité, autour d'une charnière, et en se guidant, à l'autre extrémité, dans une coulisse.

Du coupe-racines, les bottes sont portées à un séchoir où elles sont placées verticalement et où elles sont soumises, pendant plusieurs heures, à l'action continue d'un courant d'air chaud qui monte à travers les tiges et remplace en France l'action des vents chauds du Midi.

Le broyage mécanique sans le rouissage préalable, avait, d'après les inventeurs, été essayé avec succès il y a quelques années sur des chanvres d'Italie et de Hongrie qui, à cause du climat chaud de ces pays, se trouvent blanchis et desséchés d'une manière complète avant leur rentrée en grange; mais l'opération n'avait pas réussi sous nos climats, sans doute parce que les chanvres y sont rentrés alors que le temps déjà froid et pluvieux laisse les tiges encore vertes et humides, avec leur gomme douée de toutes ses qualités adhésives.

Le séchoir à double parquet, imaginé par MM. Léoni et Coblenz, supplée à l'insuffisance de l'action de notre climat. L'air est introduit sous le parquet inférieur dans des carnaux par un ventilateur aspirant et foulant. Le ventilateur prend l'air dans le bâtiment des chaudières, lui fait traverser une série de tuyaux au milieu desquels serpente la fumée des foyers avant de se rendre dans la cheminée de l'usine. De là l'air est refoulé dans un canal de 50 mètres de longueur environ, qui le distribue dans les séchoirs par des carnaux transversaux et construits en briques creuses; il s'élève ensuite dans les séchoirs d'où il est attiré par des cheminées d'appel qui le déversent dans les ateliers supérieurs, ainsi chauffés et ventilés. Par ces dispositions, l'air dans les séchoirs n'est pas seulement obtenu économiquement, il est dans un état hygrométrique convenable pour le séchage très-délicat des matières filamenteuses encore tendues sur les tiges ligneuses.

A leur sortie des séchoirs, les bottes sont montées dans l'atelier du broyage, et alors soumises à l'action successive d'une grosse broyeuse, d'une broyeuse double et enfin d'une teilleuse.

La grosse broyeuse se compose de seize cylindres cannelés horizontaux, superposés et engrenant deux à deux, de manière à former huit paires. Les deux cylindres de chaque paire sont en communication avec un compresseur muni de poids, qui leur permet de se soulever plus ou moins suivant la quantité et la grosseur des tiges qui passent entre eux; les cannelures deviennent de plus en plus fines, à mesure que les cylindres s'éloignent davantage de l'avaloir en tôle dans lequel l'ouvrier introduit une certaine quantité de tiges à la fois, pour les soumettre à l'action de la machine. Les tiges sortent de là avec le bois écrasé, broyé et déjà en partie détaché des filaments textiles.

Pour achever le travail, on les fait passer dans une seconde broyeuse, machine jumelle, composée de chaque côté de vingt-deux paires de cylindres cannelés, d'un diamètre plus petit que celui de la première broyeuse. Ces

cylindres sont animés d'un mouvement circulaire alternatif en avant et en arrière, de manière qu'on peut faire passer deux, trois ou quatre fois, à volonté, la matière textile entre leurs surfaces. Ce résultat s'obtient à l'aide d'un excentrique qui conduit alternativement, de leur poulie folle sur une poulie calée, deux courroies dont l'une est croisée. Des compresseurs maintiennent, comme dans la machine précédente, les deux cylindres de chaque paire à une distance convenable, et aucune partie du bois des tiges n'échappe à leur action.

Les chènevottes tombent en dessous des deux broyeuses, directement dans des caisses placées dans les ateliers inférieurs; elles se produisent d'autant plus fines que les cannelures sont plus petites et plus serrées; elles sont immédiatement enlevées pour être employées dans les foyers des chaudières, dont elles forment à Vaugenlieu l'unique combustible.

Il ne reste plus maintenant qu'à passer les parties filamenteuses dans une nouvelle machine destinée à les débarrasser des fragments de bois qui adhèrent encore, à les dresser et à les diviser, et enfin à opérer la séparation des longs brins d'avec les étoupes. Ce travail se fait dans la teilleuse à double effet dont il nous reste à parler.

Cette dernière machine, dont le principe rappelle une invention de Philippe de Girard, se compose de deux grands tambours en tôle horizontaux, tournant l'un vers l'autre avec une vitesse de 200 à 250 tours à la minute, et maintenus dans une caisse en fonte, sur laquelle sont boulonnés les paliers qui reçoivent les axes autour desquels s'effectue la rotation. Les surfaces extérieures des deux cylindres sont revêtues de lames alternativement longitudinales et transversales ou perpendiculaires à l'axe, ces dernières ayant une forme parabolique. Les poignées de chanvre introduites entre les tambours, sont maintenues par la main de l'ouvrier qui les plonge et les retire deux ou trois fois, selon les besoins; elles subissent à la fois un alignement, un nettoyage et un peignage.

Les fibres se trouvent ainsi convenablement purgées d'étoupes et de bois, et suffisamment divisées et alignées pour qu'il soit possible que le filage en soit fait directement par les cordiers de marine pour en fabriquer de gros cordages; si l'on veut en faire de fins cordages, il suffit de leur faire subir un simple ravalage, et elles ont alors, dit-on, la qualité du chanvre acheté dans le commerce et qui a subi un épurage au peigne. En fait, les membres de la commission ont vu dans l'atelier de parage les femmes prendre les poignées de chanvre et n'avoir qu'à leur donner quelques coups d'un râcleur particulier et de très-légers soins de rangement, pour les plier, les lier et les placer dans les caisses.

Les caisses où les poignées sont ainsi déposées, doivent servir à la compression du chanvre en balles de 50 kilogr.

A cet effet, les caisses sont portées sous une presse à vis et à leviers, où leurs parois latérales sont maintenues par un encastrement de madriers et des barres de fer; alors on fait le serrage des presses, et l'on réduit le volume du chanvre environ aux deux cinquièmes, ou même à un tiers. On laisse tomber les quatre côtés des caisses en ouvrant les loquets de l'encastrement; il ne reste que le couvercle et le fond, dans lesquels sont des rainures correspondantes qui permettent de faire passer des cordes; celles-ci sont alors serrées et nouées, puis on relève les écrous des vis et on enlève les balles qui sont prêtes pour l'expédition.

Les déchets qui sont tombés à la teilleuse sont soumis à un peignage à la main par des ouvriers dans un atelier spécial; ce peignage produit moitié de courts brins, qui sont vendus aussi cher que les premiers brins pour la corderie, et moitié d'étoupes de peignage qui sont employées à la filature pour les gros numéros.

Avant d'aller plus loin dans la reproduction de cet intéressant rapport, nous croyons devoir décrire en détails les machines principales dont on vient de lire les dispositions sommaires; nous serons aidé dans ce travail par les dessins pl. 28 et 29, dont nous devons la communication à l'extrême obligeance des inventeurs, MM. Léoni et Coblenz.

DESCRIPTION DE LA CISAILLE OU COUPE-RACINES

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2 DE LA PL. 28.

Comme on le voit par ces figures, qui représentent l'appareil de face et vu par bout, ses dispositions sont des plus simples; il est composé d'un petit bâti en fonte A boulonné solidement sur un massif en pierre. D'un côté ce bâti est fondu avec un renflement à fourche *a* muni d'un trou alésé destiné à recevoir le boulon d'articulation du levier B, qui peut se déplacer en tournant sur le centre, sous l'impulsion de la bielle en fer C. Il est guidé dans ce mouvement par une coulisse ménagée dans l'épaisseur du secteur A′, fondu d'une seule pièce avec le bâti.

Le mouvement est transmis à la bielle C par une roue dentée dont l'un des bras est garni à cet effet d'un bouton de manivelle, et qui engrène avec un pignon claveté sur un axe muni de la poulie recevant la courroie de l'arbre moteur de l'usine.

Au levier B est vissée la lame en acier *b*, de forme curviligne, et au bâti une contre-lame *c*, composée de deux plaques présentant entre elles un angle de 45° environ, pour former une ouverture destinée à recevoir l'extrémité de la botte de chanvre garnie de ses racines.

La lame mobile *b*, dans son mouvement d'oscillation alternative qui lui est communiqué par la bielle, glisse à frottement très-doux contre la lame fixe *c*, en abattant à la fois toutes les racines qui lui sont présentées. La vitesse du mouvement de va-et-vient, adoptée pour que le service puisse se faire dans de bonnes conditions, est de douze coups par minute, ce qui correspond, comme il a été dit plus haut, à un même nombre de poignées de chanvre qui se trouvent débarrassées de leurs racines dans le même temps.

Les racines, une fois coupées, les bottes de chanvre sont portées, pour un certain temps, dans les séchoirs d'où elles sont retirées pour être portées à la première machine de préparation.

DESCRIPTION DES DEUX BROYEUSES ACCOUPLÉES

REPRÉSENTÉES PAR LES FIG. 7, 8, 9 ET 10.

La fig. 7, pl. 29, est un plan complet vu en dessus des deux broyeuses accouplées par le mécanisme de la transmission de mouvement.

La fig. 8 montre l'une des machines en élévation extérieure, vue de côté.

La fig. 9, pl. 28, est une section verticale faite perpendiculairement à l'axe des rouleaux, suivant la ligne 1, 2 du plan.

A la suite de ces deux machines accouplées sont installées deux teilleuses à double effet, que nous décrirons plus loin.

La fig. 10 représente les deux broyeuses, vues par bout, du côté de leur accouplement par le mécanisme de la transmission de mouvement.

L'inspection de ces figures fait reconnaître qu'il y a une grande analogie entre ces broyeuses à double effet et celle précédemment décrite : elles se composent chacune en effet, comme la première, d'une série de cylindres cannelés c et c', qui sont ici d'un diamètre sensiblement moindre et en plus grand nombre, puisque, au lieu de huit, chaque rangée en compte vingt et un.

Tous ces cylindres sont animés d'un double mouvement circulaire, alternativement en sens inverse, de façon à permettre de faire passer les tiges entre leurs circonférences, deux, trois ou quatre fois à volonté, en les conduisant d'abord à l'arrière, puis en les faisant revenir pour les diriger de nouveau vers la sortie.

Comme dans la précédente machine, des compresseurs E, E', E^2, agissent par groupe sur les axes de quatre cylindres à la fois et par l'intermédiaire des étriers f, f', f^2, et des tiges verticales F, F', F^2, reliées aux leviers G, G', G^2, lesquels, par les tiges h, h', h^2 et les leviers H, H', H^2, reçoivent l'action des contre-poids p, p', p^2, et la transmettent multipliée aux cylindres cannelés.

Les deux derniers cylindres cannelés c^2 (fig. 7 et 9) ne reçoivent d'autre pression que celle de leur propre poids, et ils sont suivis de deux autres rouleaux lisses c^2, qui terminent la série, et dont le but est d'éviter aux ouvriers teilleurs qui saisissent le produit lors de son dernier passage, à la sortie des cylindres, de risquer d'avoir les doigts broyés par les cannelures. On peut remplacer avec un certain avantage ces cylindres unis par des cylindres en bois ou autres matières avec cannelures à large division.

Transmission de mouvement. — Pour pouvoir renverser à volonté le sens de rotation des cylindres broyeurs c et c', les constructeurs se sont trouvés dans l'obligation de compliquer un peu la transmission de mouvement. Voici les dispositions qu'ils ont adoptées :

Tous les axes des vingt et un cylindres cannelés inférieurs c', de chacune des deux broyeuses, sont munis de petits pignons d'angle j et j' qui sont fixés, alternativement de deux en deux, aux extrémités opposées de chaque cylindre, pour être commandés par les pignons i et i' calés sur les deux arbres horizontaux I et I', lesquels sont montés parallèlement de chaque côté du bâti, dans des paliers k et k' boulonnés contre les flasques verticales B^2 dont ce bâti est formé.

Du côté des avaloires en tôle a qui servent à l'introduction des tiges entre les cylindres, et qui sont supportées, comme dans la grosse broyeuse, par des tiges arquées a', fixées aux croix de Saint-André b' formant entretoises au bâti, les arbres I et I' sont munis des roues d'angle J et J' qui engrènent avec les pignons l et l' rapportés sur l'arbre horizontal K'; celui-ci, supporté par les paliers K' boulonnés aux bâtis des deux machines, sert à transmettre le mouvement aux quarante-deux paires de cylindres dont l'appareil double est composé.

A cet effet cet arbre, qui doit tourner pendant un certain temps dans un sens, puis, durant un même laps de temps, en sens inverse, reçoit au milieu de sa longueur, dans l'intervalle compris entre les deux machines, quatre poulies de même diamètre dont deux, L et L', sont clavetées, et les deux autres, L^2 et L^3, sont montées folles à frottement doux. Au-dessus de ces poulies, supportées par les deux colonnes N et par une traverse en fonte m (fig. 7 et 10) reliant les deux bâtis des broyeuses, s'élève un support à double chevalet N', qui porte à son sommet les paliers de l'arbre m', au milieu duquel est fixée une cinquième poulie O.

Cette poulie reçoit par une courroie spéciale un mouvement très-lent du moteur de l'usine, et sa jante est munie de chaque côté des tringles rondes o et o', occupant chacune, mais diamétralement opposée, une demi-circonférence; attachée en un point très-rapproché de la jante, chaque tige s'en éloigne en se contournant, pour revenir par un coude rapide se rattacher à la poulie.

Deux tringles n, fixées à une barrette n' qui peut glisser dans des guides boulonnés aux chevalets N', sont prolongées pour former une sorte de fourche présentant deux touches entre lesquelles agissent les tringles rondes excentrées o et o' de la poulie O. Celle-ci, à chacune de ses révolutions oblige alors les deux tringles n à se déplacer latéralement en entraînant avec elle la barrette n', à laquelle sont fixées les deux fourchettes d'embrayage q et q'.

Comme il y a deux courroies, x et x' (indiquées en lignes ponctuées fig. 7 et 9) marchant en sens inverse, et qu'elles sont engagées entre ces fourchettes, il s'ensuit que le mouvement de translation transmis par les tiges excentrées o, o' à la barrette n', fait passer alternativement l'une des courroies de la poulie folle L sur celle fixe L^2, et, contrairement, l'autre courroie de la seconde poulie fixe L^3 sur celle folle L' et *vice versa*. De là renversement dans le sens de rotation des rouleaux

broyeurs à chaque révolution de la poulie O; il faut donc que la vitesse de celle-ci soit assez lente, relativement à celle des poulies fixes L^2 et L^3 qui transmettent le mouvement, pour laisser le temps aux tiges de parcourir toute la longueur de la table roulante et revenir ensuite à leur point de départ.

Lorsque les ouvriers placés en tête des deux broyeuses reconnaissent que le passage des tiges entre les cylindres a été répété un nombre de fois suffisant pour amener la brisure complète de l'enveloppe solide, et que la presque totalité s'en est ainsi trouvée détachée pour tomber dans la trémie en tôle M′ (fig. 9) qui conduit ces fragments à l'étage inférieur, ils engagent dans les avaloires *a* de nouvelles tiges provenant de la grosse broyeuse, tandis que quatre autres ouvriers retirent de la dernière paire de cylindres c^2 les tiges broyées. Ce service est facilité par de petits tabliers inclinés en tôle C^2, qui reposent sur les coffres de même métal recouvrant les *machines teilleuses*, placées à la suite des broyeuses pour achever le travail, c'est-à-dire pour nettoyer et enlever les fragments de bois qui adhèrent encore aux fibres, les dresser, les diviser et opérer la séparation des longs brins d'avec les étoupes.

DESCRIPTION DES TEILLEUSES A DOUBLE EFFET

REPRÉSENTÉES PAR LES FIG. 7, 8 ET 9.

Le deux machines à teiller, ayant les coffres en tôle destinés à les recouvrir supposés enlevés, sont représentées en plan, fig. 7, à la place qu'elles doivent occuper à la suite des broyeuses.

La fig. 8 représente l'une d'elles en élévation et la fig. 9, pl. 28, en verticale faite perpendiculairement à l'axe des deux tambours.

On voit que chacune de ces teilleuses est composée de deux tambours en tôle R et R′, reliés chacun par deux croisillons en fonte aux arbres en fer *r* et *r′*, montés dans des paliers fixés sur les bords latéraux de la caisse en fonte S, à l'intérieur de laquelle tournent en sens inverse les deux tambours. Ceux-ci sont garnis parallèlement à leur axe, suivant les rayons, de six palettes en tôle *s* également espacées. Entre ces palettes, et perpendiculairement, sont fixées sur la circonférence des dents minces *s′* assez rapprochées les unes des autres et disposées, pour chacun des tambours, dans un même plan, comme on le remarque fig. 7, de façon à ce qu'elles se trouvent en face l'une de l'autre, suivant des rangées parallèles et bien perpendiculaires aux deux axes *r* et *r′*.

Celui *r′*, correspondant au tambour R′, est muni, à l'une de ses extrémités, de deux poulies : l'une fixe T, transmettant le mouvement du moteur, l'autre folle T′ (fig. 7), sur laquelle on fait passer la courroie au moyen de la fourchette *t′*, que l'on manœuvre à l'aide du levier *t* pour interrompre, au besoin, la marche de la machine.

Le tambour R′ transmet le mouvement de rotation, mais en sens inverse de celui dont il est animé, au premier tambour R, au moyen de la roue U, calée à l'autre extrémité de son axe *r′* pour engrener avec la roue U′ fixée sur l'axe *r*. Ces deux roues sont en fonte avec dents en bois rapportées sur leur jantes.

Ces engrenages sont enfermés dans une caisse en bois V, destinée à garantir de leur contact les ouvriers qui ont besoin d'être près de la machine pour en faire le service, et deux couvercles en tôle demi-cylindriques V′ recouvrent les tambours; ils sont munis de poignées qui permettent de les enlever aisément pour visiter l'appareil; au-dessous de celui-ci sont disposés les deux conduits M^2 par lesquels tombent à l'étage inférieur les bourres ou étoupes.

Deux ouvriers se tiennent de chaque côté des teilleuses doubles et présentent à l'action des palettes *s* et *s′* les poignées de chanvre, qui leur sont fournies d'une manière continue par la broyeuse qui la précède. Ils introduisent ce chanvre, comme on le voit fig. 9, par l'ouverture rectangulaire ménagée entre les deux couvercles V′, et les maintiennent d'une manière assez ferme pour que les deux séries de lames batteuses, qui fonctionnent simultanément sur les deux côtés de la fibre, ne l'entraînent pas.

On remarquera que dans cette opération, la fibre n'est pas frappée contre une substance dure, mais au contraire qu'elle reçoit simplement des coups alternatifs sur les deux côtés, et cela quelle que soit sa longueur. De plus, les deux puissants contre-courants d'air produits par la rotation inverse des deux tambours, qui tournent, comme il a été dit, à une vitsse de 200 à 250 tours par minute, maintiennent entre eux les fibres droites; de sorte qu'elles subissent, dans les meilleures conditions possible, l'action des dents minces *s′* qui opèrent pendant le battage, effectué par les palettes *s*, un léger peignage destiné à les paralléliser sans présenter les inconvénients reconnus des peigneuses mécaniques.

Quand l'ouvrier, après avoir plongé la poignée de chanvre deux ou trois fois dans l'ouverture ménagée entre les deux couvercles, juge que cette poignée est suffisamment nettoyée et peignée, il la dépose sur une rampe en bois X (fig. 9), soutenue par deux tringles en fer X′ fixée contre le bâti de la machine.

Des femmes affectées à ce service enlèvent les poignées de chanvre déposées sur les rampes, leur donnent quelques coups d'un racloir, sorte de peigne à dents écartées, et les déposent, pliées et rangées, dans des caisses, pour les soumettre ensuite, comme il a été dit, à l'action d'une presse destinée, en en réduisant le volume, à former des balles de 50 kilogr. propres à être expédiées aux fabricants de cordage.

RÉSULTATS OBTENUS A L'USINE DE VAUGENLIEU

PAR L'APPLICATION DES MACHINES ET PROCÉDÉS DE MM. LÉONI ET COBLENZ.

Les résultats obtenus à l'usine de Vaugenlieu par MM. Léoni et Coblenz sont remarquables à plus d'un titre, car ils sont dus non-seulement à l'emploi judicieux des machines que nous venons de décrire et à la continuité méthodique des opérations qu'elles exécutent, mais encore aux combinaisons commerciales adoptées par ces messieurs pour obtenir des approvisionnements de chanvre suffisants dans une localité où ce genre de culture n'était pas encore développé. Ils ont dû, comme l'explique bien le rapport de M. Barral, dont nous allons reproduire la fin, s'entendre avec les cultivateurs, les intéresser à la question, les conseiller et les guider, conditions qui présentaient autant de difficultés que l'installation même de l'usine.

D'après le relevé des livres pour 1863, on a constaté que sur la quantité totale de chanvre brut, de 1,346,940 kilogrammes, qui a été préparée dans l'usine de Vaugenlieu, il a été obtenu :

98,407	kilogr.	de filasse, 1er brin, à	95 fr.	les 100 kilog.
62,670	»	de filasse, 2e brin, peignée, à. .	95 »	»
81,450	»	d'étoupes de peignage, à	35 »	»
52,150	»	d'étoupes de teillage, ou 2e brin brut (1), à	45 »	»
6,500	»	de déchets de peignage, à . . .	25 »	»
224,000	»	de feuilles et poussières gommeuses, à	2 50	»
65,600	»	de cendres, à.	3 »	»

En outre, la chénevotte produite a été supérieure d'un tiers à la quantité de combustible nécessaire pour les besoins de l'usine. Le rendement, pour 100 kilogrammes de chanvre brut, a été, en conséquence, de :

Filasse épurée, le 1er brin.	7 30
Filasse peignée, le 2e brin	5 10
Étoupes de peignage	6 »
Étoupes de teillage	3 90
Déchets de peignage	50
Total	22 80

Avec les procédés ordinaires du rouissage rural, on n'obtient que 12 1/2 pour 100, chanvre brut, et les produits ont été vendus, en 1864, à un prix moindre que ceux de l'usine de Vaugenlieu.

MM. Léoni et Coblenz ont fait remarquer qu'en 1863, la proportion du premier brin et du second brin avait été plus faible qu'à l'ordinaire, à cause de la

(1) Cette matière, dite ici étoupes de teillage, a été vendue dans l'état où elle sort de la teilleuse sans subir le peignage qui ordinairement la sépare en deuxième brin pur et en étoupes de peignage.

mauvaise qualité de la récolte, qui, en 1862, a éprouvé beaucoup d'orages, a été soumise à l'action de grandes pluies, et a donné un chanvre assez faible dans le département de l'Oise. Pour la récolte de 1863, travaillée au commencement de 1864, les proportions sont :

Filasse épurée, 1er brin	12 50
Filasse peignée, 2e brin	4 50
Etoupes de peignage	5 50
Déchets de peignage	50
Total	23 »

La bonne qualité des produits fabriqués, très-variés, ne laisse aucun doute sur l'efficacité des procédés dont nous avons donné la description. D'ailleurs la commission a pu constater que les principales corderies de France s'empressent de prendre les chanvres de MM. Léoni et Coblenz pour en faire les objets de corderie les plus divers : câbles, cordages, ficelles, objets de pêche, etc.

Un essai comparatif, fait à la fin de juin 1861, chez MM. Péan frères, fabricants de cordages à Nantes, a démontré que deux bouts de filasse de 4m40 de longueur chacun et pesant 85 gr., n'ont cassé que sous des charges de 115 et 120 kilog.; deux filins de même longueur et pesant 80 gr., mais fabriqués avec du chanvre roui du pays, ont cassé sous des charges de 75 et 85 kilog.

On comprend que la marine impériale n'a pas dû rester insouciante en présence de ces faits ; elle a fait plusieurs commandes à MM. Léoni et Coblenz, et des essais sur une grande échelle sont suivis dans les principaux ports militaires et en pleine mer. La question de la supériorité de la force n'y fait pas de doute ; il ne lui reste à éclaircir que celle de la conservation, pour laquelle l'épreuve du temps est nécessaire.

Aussi le rapporteur ajoute qu'il peut dire que, pour la corderie, le problème du travail mécanique du chanvre, sans aucun rouissage préalable, paraît être résolu par MM. Léoni et Coblenz.

En ce qui concerne la fabrication des toiles, les inventeurs soumettent la filasse à un dégommage à la vapeur; mais sur ce point non plus que sur l'application de leurs procédés au lin, rien de définitif n'est encore arrêté; pourtant un échantillon de papier fabriqué par M. Nouette-Delorme, et dans lequel il est entré 25 pour 100 de déchets de peignage de chanvre non roui, permet de supposer la réussite de cette application.

Un excédant de rendement de 10 pour 100 kilog. de chanvre brut, calculé sur les deux tiers seulement du chanvre produit en France, puisque ces deux tiers sont employés à la corderie, donnerait annuellement à la France une quantité de filasse de 40 millions de kilog. en plus et porterait à 105 millions de kilog. au lieu de 65 millions la quantité de filasse que produisent annuellement les 125,000 hectares soumis à la culture du chanvre dans notre pays. S'il est démontré, en effet, qu'on peut laisser sans inconvénient 10 pour 100 de plus dans les chanvres employés dans les corderies sans nuire à la qualité des cordages, il serait fâcheux qu'on n'entrât pas dans la voie indiquée par ces industriels. L'excédant de 10 pour 100 par rapport au chanvre brut, double presque la quantité pondérale de filasse tirée du chanvre.

Les résultats pour l'agriculture sont non moins importants que pour l'industrie. Voici, en effet, quels sont, en suivant les méthodes communes, les frais, par hectare, d'arrachage, de rouissage, dans le département de l'Oise.

La récolte s'élève à 1,500 bottes en tiges, environ 500 mâles et 1,000 femelles, pesant brut 8,000 kilog. et produisant 625 à 750 gr. de brins par botte, soit environ 1,000 kilog. de filasse par hectare. Les frais s'établissent ainsi :

	fr.	c.
Arrachage des mâles et femelles séparément . . .	120	»
Battage de 1,000 bottes femelles.	15	»
Marcottage, liure de la houppe après cette opération.	3	75
Assemblage de 1,500 bottes par paquets de 8 bottes, liens en osier compris.	9	25
Transport aux routoirs et retour aux fours	43	75
Accouplement des 190 paquets de 8 bottes, y compris liens en osier	4	75
Location du routoir.	15	»
Mise à l'eau.	9	25
Sortie de l'eau.	9	25
Transport au parage, déliure, etc.	45	»
Mise en rose.	3	75
Étendage à terre, etc..	5	25
Retournage, etc.	3	75
Ramassage et remise en poignées.	5	25
Séchage, broyage, espadage, emballage, etc.. . .	157	»
Total	450	»

Ce compte étant établi par hectare, produisant 1,000 kilogr. de filasse, constitue 45 fr. de frais pour 100 kilog. de filasse prête à être vendue.

Là où les prairies sont situées près des routoirs, il y a une économie de transport à faire; le reste des frais est partout à peu près conforme aux détails ci-dessus, en évaluant le travail dû aux prix actuels de la main-d'œuvre.

On ne peut estimer le prix moyen des filasses à plus de 85 fr. les 100 kilog. en 1863 ; les moins bonnes qualités ont été vendues à 78 fr.; les plus blanches, il est vrai, ont atteint les prix de 100 fr. et même de 120 fr., mais ce résultat n'est obtenu qu'au prix d'une réduction dans le rendement, de telle sorte que le produit brut de l'hectare, à raison de 1,000 kilog. de filasse, n'est pas supérieur à 850 fr. A ce chiffre, il est vrai, il faut joindre le produit de 5 à 8 hectolitres de graines, qui font une recette de 60 à 100 fr. Le produit brut en argent par hectare est ainsi de 950 fr. au plus, dont il faut déduire les frais applicables au rouissage ; par conséquent, le produit agricole par hectare est de 500 fr. environ. Au contraire, par les procédés de MM. Léoni et Coblenz, d'une récolte de 8,000 kilog. de chanvre brut par hectare, on obtient, année moyenne, 1,900 kilog. de filasse, savoir :

	fr.	c.
1,000 kilog. de premier brin, à 95 fr. les 100 kilog., ou	950	»
450 kilog. de deuxième brin, peigné à la main, à 90 fr.	405	»
Et enfin 450 kilog. d'étoupes, à 35 fr.	157	50
Dont le produit total est alors de.	1,512	50

Ce produit en argent est, par hectare, de 50 pour 100 plus fort que celui des méthodes communes, non compris les feuilles ou balles de chanvre qui forment un excellent engrais, et les chènevottes, qui, après avoir servi de combustible, donnent des cendres utilisées avec grand succès, soit dans l'agriculture, soit à l'extraction de la potasse.

Les frais de la préparation du chanvre à l'usine de Vaugenlieu, depuis la mise sous les hangars jusqu'au moment de l'expédition de la filasse et des étoupes, ne s'élèvent qu'à 190 fr. pour le traitement des 8,000 kilog., produit d'un hectare de bonne venue. Les frais généraux, comprenant : usure des machines, entretien des bâtiments, police d'assurance, impôts, bureaux, chauffage, éclairage, etc., s'élèvent à 85 fr.

Le total est de 275 fr. pour 1,450 kilog. de filasse et 450 kilog. d'étoupes, que l'on tire d'un hectare. Les frais de teillage sans rouissage préalable ne s'élèvent donc pas à 19 fr. pour 100 kilog. de filasse produits.

Le cultivateur est déchargé de tous les frais de rouissage, il touche, immédiatement après la récolte, le produit de sa culture, qui a été payée en 1863, par hectare donnant 8,000 kilog. de 700 à 800 fr. par l'usine de Vaugenlieu.

De là il faut déduire 50 fr. pour les frais d'arrachage exécutés d'après les règles décrites plus loin. Le cultivateur reçoit donc par hectare environ 200 fr. de plus que s'il rouissait lui-même.

Dans les calculs précédents, on n'a pas compté les graines, car MM. Léoni et Coblenz conseillent de ne pas les cueillir dans le département de l'Oise, où elles ne mûrissent pas et où l'on est obligé d'employer comme semences des graines venues des départements de la Sarthe et de Maine-et-Loire.

CULTURE DU CHANVRE.

Dans la région où est placée l'usine de Vaugenlieu, la culture du chanvre n'était pas très-avancée; elle se faisait surtout par les petits cultivateurs et seulement dans des sols privilégiés, passant pour très-riches. C'était là l'application du préjugé général qui fait planter les chanvres exclusivement dans les sols d'alluvion, sans doute à cause de la nécessité de se trouver à la proximité des cours d'eau, dont les ruisseaux affluents peuvent être transformés en routoirs.

MM. Léoni et Coblenz ont démontré que le chanvre, dont la racine est longue et pivotante, vient parfaitement dans toutes les terres où le sous-sol est meuble, perméable, a de la profondeur et est suffisamment calcaire. Des labours profonds, l'emploi de la marne et de la chaux et d'abondantes fumures parviennent toujours à faire de bonnes chènevières dans la plupart des terrains qui ne sont pas soustraits à l'action de l'air et du soleil par un rideau d'arbres ou tout autre obstacle naturel. Pour préparer une chènevière, on doit faire des binotages dès le mois de septembre et les hersages nécessaires pour rendre la terre friable. On fait l'épandage du fumier le plus tôt possible, afin de pouvoir l'enfouir par un labour bien profond avant les gelées.

Dès le printemps, on doit ouvrir le sol par un ou plusieurs bons hersages suivis immédiatement d'un bon demi-labour. Après un repos de trois ou quatre semaines, suivant le temps et l'abondance des plantes parasites, on recommence les hersages en les faisant suivre d'un profond et troisième labour.

Dans cet état, la chènevière peut attendre le moment de la semaille, qui a

lieu généralement en France, du 25 avril à la fin de mai, et qui, dans le département de l'Oise, se limite ordinairement du 10 mai au 10 juin.

On doit semer à raison de 3 hectolitres de chènevis bien nettoyés et purgés de grains blancs, qui ne fourniraient qu'un chanvre frêle et incapable d'arriver à bonne maturité. Avec de bons soins de culture et un bon choix de semences, la quantité de chènevis à employer peut être réduite à deux hectolitres.

La semaille doit être faite le lendemain d'un bon demi-labour. On doit couvrir la semence immédiatement par la herse ou même par la charrue, afin d'éviter le hâle du soleil et l'action du vent. On ne doit donner un coup de rouleau que dans les sols légers.

En concluant des traités raisonnés avec les cultivateurs et en imposant des conditions de bonne culture, l'emploi de bonnes semences et de bons soins d'arrachage, MM. Léoni et Coblenz sont arrivés à faire faire de grands progrès à la culture de la contrée où ils sont venus implanter leur intéressante industrie; dès maintenant ils peuvent compter sur les produits de 1,000 hectares là où, il y a quatre ans, ils obtenaient à peine ceux de 60 à 80 hectares.

Pendant les premières années, ils faisaient eux-mêmes l'arrachage et l'emmeulage du chanvre brut; maintenant ils ont pu laisser ce soin aux cultivateurs qui acceptent le programme suivant :

« 1° L'arrachage aura lieu *mâles et femelles ensemble;* il doit être commencé dans les trois jours de l'autorisation constatée par le bulletin spécial remis au vendeur. Cette opération doit se faire dans l'espace de quatre jours environ *au plus* par hectare.

« 2° Les tiges, bien alignées longitudinalement, racines secouées et arasées, seront réunies par poignées de 50 à 60 centimètres de circonférence, mesurées à 0m 50 du pied, où elles seront liées avec *fou-fin* ou paille, en tenant rigoureusement à part, pour en faire des poignées séparées et de même grosseur que les autres, les tiges fines de 0m60 à 0m80 de hauteur appelées fou-fins.

« 3° L'arrachage et toutes les autres opérations auxquelles on soumet les chanvres doivent être suspendus en temps de pluie.

« 4° Après l'arrachage, les poignées sont dressées par tas de cinq et ainsi laissées un jour ou deux suivant le temps, afin que les tiges se roidissent; on les met ensuite isolément en rose, c'est-à-dire qu'on remonte la liure vers le milieu pour bien arrondir, en les écartant, les tiges au pied de la houppe, de façon que chacune profite de l'air et du soleil.

« 5° Avant la mise en rose, les poignées sont comptées dans chaque pièce, et note en est prise par le représentant de l'acquéreur, d'accord avec le vendeur.

« 6° Si l'opération est bien exécutée, le chanvre peut être sec et suffisamment paré quinze ou vingt jours après l'arrachage, pour être emmeulé sur place ou à tout autre endroit que le cultivateur choisira.

« 7° L'état de dessiccation étant reconnu suffisant, le représentant de l'acquéreur donnera au cultivateur, et par bulletin spécial, l'ordre d'emmeuler. Les poignées devront être bien liées et marcottées (*liées en haut*), et les feuilles autant que possible secouées pour servir d'engrais. »

Les meules sont construites en plaçant une dizaine de bottes liées ensemble dans le milieu, les racines à terre; en couchant ensuite contre elles plusieurs rangées qui finissent par beaucoup élargir le pied. On accumule au-dessus de nouvelles couches de bottes, en élargissant le ventre de la meule, de manière

à faire un tronc de cône dont la petite base est en bas. Arrivé à la hauteur voulue, on place les poignées de manière à rentrer et à terminer en pointe. On couvre alors la meule de façon à assurer la bonne conservation du chanvre.

La quantité des poignées contenues dans chaque meule est déclarée au représentant de l'acquéreur qui la note sur le bulletin d'emmeulage.

MM. Léoni et Coblenz attachent une grande importance à l'arrachage simultané des tiges mâles et des tiges femelles, et ils estiment que les avantages que ce procédé produit ont beaucoup contribué à l'extension qu'a prise la culture du chanvre dans le département de l'Oise. En effet, la récolte se fait dans le tiers du temps qui était nécessité par l'ancien procédé, et elle demande beaucoup moins de soins que pour l'arrachage séparé des chanvres mâles et femelles.

En outre, la nouvelle méthode permet d'utiliser des ouvriers moins habiles, et cette double économie se traduit par une forte diminution dans le chiffre du prix de revient de l'arrachage, qui n'est plus que de 50 fr. par hectare en moyenne au lieu de 100 à 120 fr. que cette opération coûtait précédemment.

La récolte de la graine est souvent médiocre dans l'Oise; parfois même elle manque tout à fait. A peine peut-on compter sur une moyenne de cinq hectolitres par hectare, lesquels, au prix moyen de 12 fr. l'hectolitre, produisent 60 fr. au cultivateur. Si, par le système d'arrachage de MM. Léoni et Coblenz, ce bénéfice est supprimé, le cultivateur en trouve immédiatement l'équivalent dans la réduction du prix de l'arrachage lui-même, sans compter d'autres avantages qu'il en retire encore.

Ainsi, l'arrachage commençant quelques jours après la maturation des tiges mâles et dès que les femelles ont fermé leurs fibres, l'opération est terminée de quatre à six semaines plus tôt. Les champs sont d'autant plus tôt prêts à recevoir une autre culture. L'épuisement du sol est aussi beaucoup diminué si le chanvre est arraché avant la maturité de sa graine. En outre, lorsqu'on fait l'arrachage des tiges mâles à part, beaucoup de tiges femelles sont foulées aux pieds, ce qui n'a pas lieu avec le nouveau mode.

On peut ajouter que le rendement en fibres longues est plus fort lorsqu'on ne laisse pas mûrir les graines, parce que, pendant le temps de cette maturation, il se forme encore sur la tige des branches dont les nœuds d'insertion entrecoupent les fibres, le bois des tiges se durcit et se broie plus difficilement, les fibres ne se détachent plus dans toute leur longueur et deviennent moins souples et moins soyeuses.

ACHATS ET TARIFS.

Par un tarif spécial pour les achats au poids, MM. Léoni et Coblenz stimulent encore les soins à donner à la qualité des produits. Ils ne reçoivent les chanvres que bien secs, exempts de feuilles, d'herbes, de fou-fins (chanvres mal venus) et de terre; les tiges doivent être triées par longueurs égales et mises en poignées aussi petites que possible, n'ayant en tous cas pas plus de $0^{m}30$ de circonférence au milieu; les poignées doivent être liées et marcottées avec du petit chanvre. Pour des chanvres ainsi façonnés, ils ont adopté les prix suivants, d'après la longueur et la grosseur des tiges :

Longueur des tiges.	Grosseur des tiges.	Prix des 100 kil., rendus à l'usine.
2 mètres et au-dessus. . .	de 0m 005 à 0m 010.	7 à 10 fr.
Idem. . . .	plus grosses ou plus fines .	4 à 7 fr.
1m 33 et au-dessus	de 0m 005 à 0m 010.	6 à 8 fr.
Idem.	plus grosses ou plus fines .	5 à 7 fr.
1 mètre et au-dessus . . .	grosseur moyenne	2 à 4 fr.

L'application définitive de ce tarif est faite à chaque livraison à l'usine, suivant la richesse en filaments, la nature, la qualité, l'état de siccité des chanvres et les soins donnés à la récolte. Dans une brochure sur la culture du chanvre, MM. Léoni et Coblenz font d'ailleurs des réserves sur l'influence que la provenance peut exercer sur la qualité, et sur celle des engrais dont ils prohibent l'excès.

On voit que l'usine de Vaugenlieu mérite tout à fait l'attention publique, non moins pour les progrès mécaniques qu'elle a réalisés que par ceux qu'elle a fait faire, et surtout qu'elle promet à la production agricole du chanvre.

CONCLUSION.

D'après ce qui précède, on doit reconnaître dans l'ensemble des appareils de MM. Léoni et Coblenz un agencement qui explique complétement le succès qu'ils paraissent obtenir aujourd'hui. Ils ont eu le courage de monter un très-grand établissement, en ne poursuivant qu'un seul but, en se bornant d'abord au chanvre employé dans les corderies. C'est ainsi qu'ils ont pu plus facilement vaincre les difficultés que présente toute chose nouvelle.

Enfin il sera bien permis d'invoquer ici la grande question de salubrité et d'hygiène publique que ne doivent jamais perdre de vue ceux qui sont appelés à apprécier la valeur d'un progrès industriel. La suppression du rouissage, même seulement pour une grande fraction du chanvre récolté, est un bienfait.

Cette suppression n'est pas contre-balancée dans l'usine de Vaugenlieu par l'exposition des ouvriers à des poussières dangereuses. Des arrangements ont été faits dans les ateliers afin de faire disparaître toutes les poussières par des ventilateurs, comme on est dans l'usage d'en établir dans toutes les usines de cette nature. En outre, l'usine est tenue avec tous les soins que l'on peut demander à des manufacturiers intelligents et bienveillants pour leurs employés. Des établissements de boucherie, de boulangerie, d'épicerie, etc., y sont adjoints; des maisons d'habitation avec jardins y sont construites.

A la fin de chaque année des primes en argent, s'élevant à 10 pour 100 des salaires, sont allouées, en même temps que divers objets de toilette ou d'ameublement, aux ouvriers qui se recommandent par leur bon travail, leur intelligence et surtout leur moralité et leur assiduité.

Les salaires sont payés à la tâche et se résument dans des prix de journées de 1 fr. 25 pour les femmes et de 2 fr. pour les hommes au minimum. Les ouvriers habiles se font des journées qui s'élèvent au double.

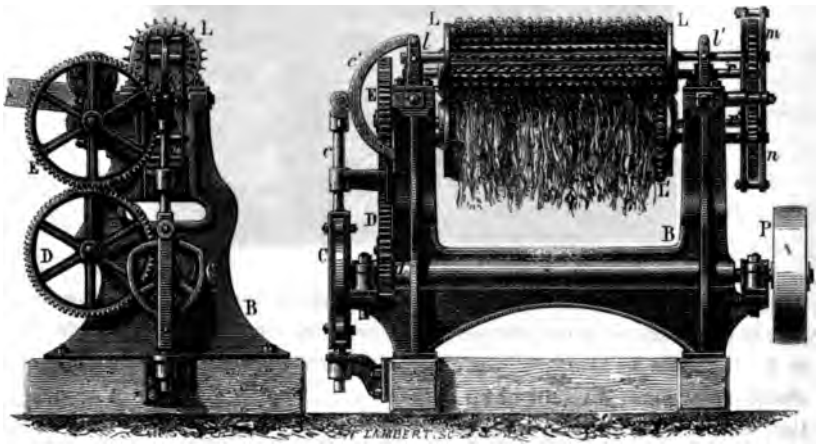
Sous tous les rapports, l'usine de Vaugenlieu, située au milieu de la campagne, mérite donc les encouragements de ceux qui s'intéressent aux progrès généraux des arts industriels, à la solution des grandes questions de salubrité publique et à l'amélioration du sort des classes laborieuses.

MACHINE A TEILLER LE LIN ET LE CHANVRE

PAR M. LEVEAU, MÉCANICIEN AU MANS.

L'ensemble des machines de MM. Léoni et Coblenz que nous venons de décrire, sont, comme on l'a vu, destinées tout spécialement au traitement du chanvre au moyen d'opérations multiples en évitant le rouissage. La machine à teiller de M. Leveau, dont nous allons rendre

Fig. A. Fig. B.



compte, n'a pour but que le teillage proprement du lin et du chanvre, et par cela même est susceptible d'être utilisée dans tous les établissements où l'on s'occupe de la préparation de ces matières filamenteuses, et particulièrement dans la filature mécanique.

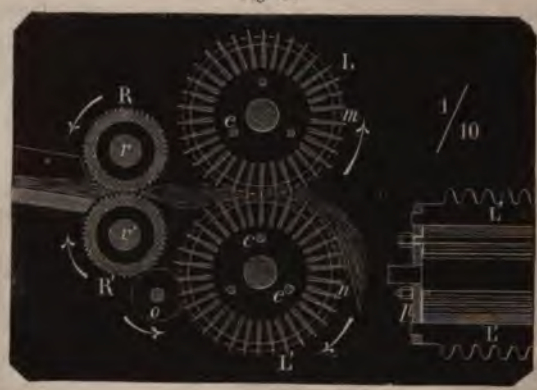
Cette machine, qui a très-bien réussi au Mans et dans plusieurs contrées de la France, se compose dans ses parties les plus essentielles de deux cylindres à axes horizontaux parallèles recevant, l'un et l'autre, des mouvements inverses de rotation autour de leur axe et de translation rectiligne alternatif parallèlement à cet axe.

Les deux figures A et B, qui représentent la machine en élévation de face et de côté, vont nous permettre de faire apprécier les particularités de ses dispositions, et en même temps celles de son fonctionnement.

On reconnaît à l'inspection de ces figures que tout le système est monté sur un bâti en fonte B boulonné sur un cadre en charpente reposant sur le sol. Les deux cylindres travailleurs ou teilleurs L et L' sont formés, comme l'indique le tracé fig. C, d'une série de lames en fer *m* et *n*, disposées suivant les génératrices et venant s'encastrer par leurs extrémités au moyen d'un talon dans deux plateaux circulaires *p* clavetés vers les extrémités des axes. Toutes les lames sont munies de dents

arrondies, disposées de telle sorte que, dans le mouvement de rotation des deux cylindres, les vides des unes correspondent aux pleins des autres lames.

Fig. C.



Avant d'être soumises à l'action des cylindres teilleurs, les poignées de chanvre subissent un premier broyage entre les cylindres cannelés R et R′, disposés à l'avant, très-près de leur circonférence, afin de diriger chaque tige en la divisant et en l'écrasant, pour la préparer à la séparation du fil et du bois.

Le double mouvement est communiqué aux cylindres par la poulie P, qui le reçoit par une courroie d'un manége ou d'un moteur à vapeur ou hydraulique. A cet effet, l'autre extrémité de l'arbre qui porte la poulie motrice P est munie d'un pignon *d*, qui engrène avec la roue intermédiaire D, commandant celle E fixée à l'un des bouts de l'arbre *r'*, du cylindre cannelé inférieur R′; celui-ci actionne le cannelé supérieur au moyen d'un pignon fixé à son autre extrémité, et engrenant avec un pignon de même diamètre calé sur l'arbre *r*.

Du même côté, le pignon du cylindre cannelé R engrène avec le pignon *o*, et celui-ci avec la roue *n* montée sur l'axe du cylindre teilleur inférieur L′, lequel commande le cylindre supérieur par la roue *m*.

Comme il est de toute nécessité que ces deux roues *n* et *m* restent constamment engrenées malgré le mouvement rectiligne de va-et-vient communiqué à leurs axes, ces deux roues tournent entre les deux branches d'un cadre en fer relié au bâti ; il en résulte qu'elles ne peuvent se déplacer latéralement et que ce sont les axes seuls qui se meuvent avec leurs clavettes dans les moyeux.

Ce mouvement de translation parallèle des cylindres teilleurs est communiqué par la camme curviligne triangulaire C, fixée à l'extrémité de l'arbre porteur de la poulie motrice. Cette camme agit entre deux galets montés entre les branches d'un cadre en fer terminé par la tige verticale

c, laquelle, guidée haut et bas par deux collets fixés au bâti, se trouve ainsi animée d'un mouvement vertical alternatif de va-et-vient.

Cette tige transmet perpendiculairement ce mouvement aux deux cylindres teilleurs L et L′, à l'aide d'un levier en arc de cercle *c′*, relié, par ses extrémités, aux deux branches d'un petit balancier *l* dont l'axe oscille dans des paliers fondus avec le corps du bâti principal. Un balancier semblable *l′* est disposé de l'autre côté des cylindres, et, avec le premier, supporte les coussinets des deux arbres, qui se trouvent ainsi entraînés en sens inverse à chaque révolution de l'arbre moteur.

La machine est complétée par un tablier en bois placé au-devant et à la hauteur du point de contact des deux cylindres cannelés R et R′, pour recevoir les poignées de chanvre ou de lin à broyer que l'ouvrier doit engager entre ces deux cylindres alimentaires.

Comme les tiges de chanvre ou de lin sont généralement, comme on sait, dures et de force inégale, elles pourraient offrir une trop grande résistance en passant entre les cylindres, et les filaments s'en trouveraient un peu altérés; l'auteur évite cet inconvénient en interposant, sous les chapeaux du cylindre cannelé supérieur R, une plaque de caoutchouc vulcanisé qui, en faisant ressort, peut céder tout en aplatissant et en commençant à briser l'enveloppe.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE LA MACHINE.

Voici, d'après le rapport d'une Commission de la Société du matériel agricole de la Sarthe, les résultats obtenus avec une machine de ce système dont les cylindres teilleurs avaient 0m 235 de diamètre et 0m 70 de longueur.

La machine était commandée par un manége; on a admis pour le cheval la vitesse normale de 0m 90 à la seconde; par suite, la vitesse de rotation des cylindres a été de 7 tours 50 par minute, et leurs oscillations complètes pendant ce même temps de 675, dont l'amplitude peut être à volonté de 10, 12 ou 15 millimètres.

On admet généralement qu'en travail normal un homme peut broyer douze poignées par heure. On a trouvé que la machine pouvait faire facilement douze douzaines de poignées par heure, en employant dans son service deux femmes pour l'alimentation et quatre hommes pour le nettoyage, car le chanvre qui a passé par la machine n'est pas complétement nettoyé; la chènevotte est brisée, mais elle ne s'est détachée qu'en partie; il faut pour achever le travail le passer un certain nombre de fois sous le braye ordinaire pour lui faire subir la partie de l'opération du broyage à la main appelée lissage ou nettoyage.

La machine peut donc faire avec quatre hommes et deux femmes le

travail de douze hommes. Il en résulte une économie considérable que le rapporteur estime ainsi :

Les hommes employés à broyer le chanvre à la main gagnent en moyenne 2 fr. 20 par jour, et l'on compte la journée des femmes à 1 fr. et celle du cheval à 3 fr. Le travail avec la machine reviendra par jour à :

$$3 + (4 \times 2 \text{ fr. } 20) + (2 \times 1) = 13 \text{ fr. } 80.$$

Le même travail, exigeant 12 hommes, coûtera :

$$12 \times 2 \text{ fr. } 20 = 26 \text{ fr. } 40.$$

L'économie réalisée, en comptant 2 fr. 60 pour le graissage et l'entretien de la machine, est donc de 10 fr. par jour.

Le chanvre obtenu avec la machine présente ce grand avantage que les extrémités de la poignée sont aussi bien brayées que le milieu, résultat que ne permet pas d'obtenir le braye à la main.

L'expérience a été complétée en faisant peigner douze poignées de chanvre brayées à la main et en poids égal, soit 1 kil. 200 de chanvre de même qualité brayé à la machine. On a obtenu dans les deux cas :

Brins	1 kil.	»
Étoupe	»	100
Déchet	»	100
	1 kil.	200

Il reste donc bien acquis à la machine un rendement de 3 pour 100, supérieur à celui que donne le braye à la main, si on se reporte au chanvre brut, et de 15 pour 100 si on compare la filasse teillée.

L'étoupe provenant du chanvre brayé à la machine renferme moins de chènevottes que celle provenant du chanvre brayé à la main, et est, par cela même, plus facilement utilisable.

Plusieurs machines ont déjà été livrées par M. Leveau et fonctionnent soit dans la Sarthe, soit dans Maine-et-Loire. Il résulte des déclarations du propriétaire de l'une d'elles, que le travail produit en 5 heures a été de 600 poignées de chanvre d'une longueur de $2^{m}30$ et pesant environ 880 kilog. Ces 600 poignées ont donné 216 kilog. de chanvre nettoyé, soit 24,54 pour 100.

La machine était conduite par un seul cheval et desservie par cinq personnes.

Depuis que ces résultats ont été constatés, les ouvriers sont devenus plus habiles dans le service et ils arrivent à faire passer non plus 12 douzaines de poignées de chanvre par heure, mais bien 200 à 250 poignées, ce qui correspond à un travail journalier de 16 à 18 hommes.

Le prix actuel de vente de cette machine est de 800 fr. avec le manége.

ÉLÉVATION D'EAUX

TURBINE HÉLIÇOIDALE

POUR

ÉLEVER DE GRANDS VOLUMES D'EAU A DE PETITES HAUTEURS

Établie à Alexandrie (Égypte)

Par M. J. CORDIER, ingénieur à Paris

Et construite par MM. LE BRUN ET LEVÉQUE, mécaniciens à Creil

(PLANCHE 30.)

Les machines destinées à élever de grands volumes d'eau à de faibles hauteurs sont généralement composées d'appareils très-volumineux et souvent, par suite, très-dispendieux pour produire un effet utile satisfaisant. Dès que l'on veut simplifier et employer des appareils réduits, tels que les pompes centrifuges et autres, l'effet utile diminue rapidement et ne dépasse qu'exceptionnellement 50 pour 100. La cause de cette décroissance de l'effet utile tient principalement aux grandes vitesses dont ces machines sont animées et aux remous ou aux chocs qui en sont la conséquence.

M. Cordier, ingénieur hydraulicien de grand mérite, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler dans ce Recueil, a pensé qu'on pouvait disposer une machine dont la vitesse serait modérée et dans laquelle l'eau n'aurait à éprouver ni chocs ni remous sensibles. Il s'est fondé sur les principes suivants :

Quand un plan, par exemple une feuille de tôle, incliné sur la surface d'une eau tranquille et y plongeant, se meut horizontalement et parallèlement à lui-même, l'eau s'élève le long de ce plan à une hauteur qui correspond exactement à la hauteur de laquelle devrait tomber un corps grave pour acquérir la vitesse du plan, et si la vitesse de celui-ci

augmente, l'eau s'élèvera jusqu'au bord supérieur, et déversera si la vitesse augmente encore.

L'eau ainsi déversée représentera théoriquement la force dépensée par le plan en mouvement. En pratique, ces conditions sont difficiles à remplir, car il faut obtenir la continuité et la périodicité du mouvement dans un espace restreint. Si le plan se meut circulairement autour d'un axe, les vitesses ne restent plus les mêmes pour tous les points; mais on comprend qu'en éloignant suffisamment ce plan de l'axe, en lui donnant peu de largeur, et en le rendant héliçoïdal, on puisse remplir approximativement les conditions exigées, sinon obtenir la perfection.

Basée sur les principes énoncés, la machine de M. Cordier se compose, en conséquence, d'un *tambour à axe vertical armé d'ailes héliçoïdales et de directrices* qui amènent et reçoivent l'eau sans choc. Les *seules pièces en mouvement et en contact avec l'eau sont les palettes*; aucune action giratoire n'est exercée sur la masse (1). On comprend que tant que la vitesse n'est pas supérieure à celle qui correspond à la hauteur à laquelle on veut élever l'eau, il n'y a pas d'écoulement, mais dès que la vitesse augmente, l'écoulement se produit et est proportionnel à l'excédant de vitesse.

Ce qui est encore remarquable dans ce système, c'est la simplicité de sa construction, résultant de l'absence de toute soupape ou vanne; la facilité de donner des quantités d'eau variables avec la vitesse; et surtout son effet utile qui est, d'après les expériences faites par l'auteur, supérieur à celui de toutes les machines de ce genre employées jusqu'à ce jour.

Nous devons ajouter que M. Cordier a été puissamment aidé dans la réalisation pratique de cette nouvelle machine élévatoire par M. Le Brun, qui, après en avoir fait faire sous sa direction toutes les études graphiques, l'a fait exécuter, conjointement avec M. Lévêque, dans leurs ateliers de Creil.

La turbine héliçoïdale représentée pl. 30 a été établie à Alexandrie,

(1) M. Faure, mécanicien à Paris, a pris un brevet le 6 juillet 1855, pour un appareil dit *hélice-pompe* se composant d'une hélice à axe vertical, mobile dans un cylindre en fonte dont le fond est percé de trous pour l'entrée de l'eau; une ouverture, près du couvercle, reçoit le tuyau d'échappement garni d'une soupape de retenue. Dans ce système, comme on voit, les spires de l'hélice vont rejoindre le moyeu fixé sur l'arbre, et tout l'appareil est entraîné dans le mouvement de rotation communiqué audit arbre, tandis que dans le système de M. Cordier, l'hélice n'occupe qu'un espace annulaire à la circonférence d'un tambour fixe central, muni de directrices, de là l'absence de mouvement giratoire transmis par l'appareil à la masse du liquide.

Nous devons insister sur ce fait, car M. le général Morin, dans son ouvrage *Des machines et appareils destinés à l'élévation des eaux* (Paris, 1863), donne la description d'une *pompe à hélice verticale*, qui fut présentée à l'Exposition de 1855, et sur laquelle il fit faire des expériences, lesquelles eurent pour résultat de faire reconnaître que ce système ne donnait que 0,18 à 0,19 du travail moteur, tandis que la pompe centrifuge de M. Appold, par exemple, avait donné un rendement de 0,65 environ, et avec des vitesses notablement moindres pour son maximum d'effet.

où elle fonctionne depuis deux ans pour élever les eaux du grand canal Mahmoudieh dans l'aqueduc souterrain qui alimente les grandes machines de la distribution des eaux dans la ville d'Alexandrie. Cette turbine ne fonctionne que pendant les basses eaux; elle devient inutile dès que le Nil a atteint une hauteur suffisante.

DESCRIPTION DE LA TURBINE HÉLIÇOIDALE

REPRÉSENTÉE PL. 30.

La fig. 1 est une coupe verticale passant par l'axe de la turbine et par la fosse et les massifs qui reçoivent la machine motrice, le tendeur de la courroie et la pompe alimentaire.

La fig. 2 est un plan général vu en dessus de l'ensemble de l'appareil correspondant à la fig. 1.

Ces deux figures sont dessinées à l'échelle de 1/40, seulement la hauteur du cylindre enveloppe de la turbine est moindre que dans l'exécution, mais les cotes indiquent les dimensions réelles.

Les fig. 3 et 4 représentent en détail, à une échelle double, c'est-à-dire au 1/20, la turbine proprement dite avec son axe creux porté par un pivot supérieur, et muni de la poulie au moyen de laquelle il reçoit le mouvement.

La fig. 5 montre, en section, le mode de construction des supports de l'arbre vertical de transmission, muni de sa poulie-volant.

La fig. 6 est une section verticale du mécanisme du tendeur.

Disposition générale. — Comme on le voit à l'examen des fig. 1 et 2, MM. Cordier, Le Brun et Levêque ont adopté une disposition qui permet d'actionner directement par courroie l'axe vertical de la turbine au moyen d'une poulie-volant. Mais cela a nécessité l'emploi d'un tendeur, lequel est d'autant plus nécessaire que les poulies sont privées de joues pour soutenir la courroie; ces joues ne sont donc pas indispensables, cependant, le plus ordinairement, dans ces sortes de transmissions, il est préférable que le bord inférieur des poulies en soit pourvu, afin d'éviter que la courroie, détendue au repos, ne glisse de leur circonférence et ne tombe.

Au lieu d'établir la commande par courroie, les constructeurs, pour plus de simplicité encore, comme ils se proposent de le faire du reste dans une nouvelle application du système, auraient pu remplacer la grande poulie par une roue à denture de bois qui aurait engrené avec un pignon en fonte fixé directement sur l'axe de la turbine. On pouvait ainsi gagner de la place et éviter le mécanisme du tendeur; mais pour l'installation de la turbine d'Alexandrie, ces considérations ne présentaient pas l'intérêt qu'elles pourraient avoir dans d'autres lieux.

Moteur a vapeur. — Le moteur est des plus simples, c'est une petite machine horizontale à haute pression, détente variable à la main et enve-

loppe de vapeur, de la force de huit chevaux; elle est fixée solidement sur un fort massif en maçonnerie A, qui est précédé de la fosse A′ destinée à recevoir le pivot de l'arbre de transmission, celui du tendeur et sa commande, ainsi que la pompe alimentaire; il est en outre utilisé par l'installation du réchauffeur B (fig. 2).

Celui-ci n'est autre qu'un cylindre en tôle dans lequel on fait arriver la vapeur d'échappement et en même temps de l'eau froide pour la condenser, et qui, à cet effet, tombe en pluie de la partie supérieure. Une partie de l'eau de condensation est aspirée par la pompe alimentaire qui la refoule dans la chaudière. Dans le vol. XI de ce Recueil, nous avons donné le dessin d'un appareil de ce genre.

Le cylindre à vapeur C a 0^m260 de diamètre intérieur; il est renfermé dans une enveloppe, pour recevoir la vapeur de la chaudière avant de se rendre, par la valve d'émission, que l'on manœuvre à l'aide du volant à main *a*, dans la boîte *a′*, qui contient les tiroirs de distribution et de détente. Ceux-ci sont commandés par les bielles *b* et *b′*, reliées au coude *c* du bouton de la manivelle C′, laquelle est prise sur le moyeu de la grande poulie D, formant volant (fig. 1, 2 et 5), et dont le diamètre n'a pas moins de 2^m700.

Le mouvement rectiligne du piston, dont la course est de 0^m500, est transmis à ladite manivelle par la bielle D′, et sa tige est guidée par une glissière qui se meut dans les guides *d*, boulonnées au bâti en fonte E. Ce dernier est prolongé pour recevoir la douille en bronze *d′*, dans laquelle tourne l'arbre vertical E′, au sommet duquel est clavetée la poulie-volant.

Ainsi maintenu à sa partie supérieure au moyen de la large douille *d′*, et de son collet serré par la bague en fer *e* (fig. 5), cet arbre repose par son extrémité inférieure sur un pivot qui tourne sur un grain d'acier logé à l'intérieur de la crapaudine *e′*, laquelle est parfaitement centrée dans la poêlette F par les vis *f*, qui permettent de régler bien exactement la verticalité de l'arbre.

La poêlette est fondue avec la plaque F′, destinée à recevoir la pompe à eau froide G et la pompe alimentaire G′, placées dans le prolongement l'une de l'autre, de telle sorte que le même excentrique *f′* actionne à la fois les pistons des deux pompes. La première, celle G, aspire l'eau dans le canal et la distribue dans le réchauffeur B, tandis que la deuxième G′ prend l'eau chauffée par la vapeur condensée dans cet appareil pour la refouler dans le générateur à vapeur.

Voici les dimensions principales de ce moteur:

Diamètre du piston à vapeur.	0^m260
Course dudit.	0 500
Longueur d'axe en axe de la bielle motrice. . . .	1 800
Diamètre extérieur de la poulie-volant.	2 700

Poids total de ladite.	1,500 kilogr.
Diamètre du plongeur de la pompe à eau froide.	0m100
Course dudit.	0 150
Diamètre du plongeur de la pompe alimentaire.	0 070
Course dudit.	0m150
Diamètre de l'appareil en tôle à réchauffer l'eau.	1 »
Hauteur de cet appareil.	1 500

Le générateur de vapeur est une chaudière sans bouilleurs avec carneaux latéraux à retour de flamme, qui est à la fois d'une disposition très-simple, d'une construction économique et d'une conduite facile, et qui, en outre, fait un excellent service; ses dimensions principales sont les suivantes:

Diamètre du corps cylindrique.	1m »
Longueur » »	7 500
Diamètre du dôme de vapeur.	0 600
Hauteur » »	0 800
Timbre de la chaudière.	6 atmosph.

Tendeur. — Par ce mode de transmission, au moyen de poulies tournant dans un plan horizontal, il est indispensable, comme nous l'avons dit, d'appliquer un mécanisme destiné à maintenir la courroie suffisamment tendue pour assurer son adhérence sur la circonférence de la poulie motrice D et sur celle de la poulie P qu'elle commande, et qui est fixée au sommet de l'arbre de la turbine.

Ce mécanisme se compose ici de la poulie H, dont l'axe vertical H′ descend jusque vers le fond de la fosse A′, pour venir reposer sur le grain d'acier de la crapaudine *h*, laquelle est logée dans l'épaisseur du châssis en fonte *h′* (fig. 1 et 6), ajusté à coulisse dans des guides boulonnés sur le socle ou plaque d'assise I.

La partie supérieure de cet axe H′ est maintenue par un collet en bronze prisonnier dans la tête du second châssis *i*, qui, de même que celui inférieur, est ajusté à coulisse entre deux guides fixés sur les deux fers à double T′, placé au niveau du sol en travers de la fosse.

L'arbre se trouve ainsi parfaitement maintenu en haut et en bas, et la poulie de tension, qui est montée folle à son sommet, peut, par suite, présenter la résistance convenable; il ne suffit plus, pour tendre plus ou moins la courroie, que de faire glisser les châssis *h′* et *i* d'une même quantité, c'est-à-dire bien parallèlement, afin de maintenir la verticalité de l'arbre.

Cette condition essentielle est obtenue au moyen des deux vis J et J′ (fig. 6) traversant des écrous filetés dans les châssis mêmes, et munis des petites roues d'angle *j* et *j′* commandées par les roues semblables *k* et *k′*, fixées sur l'arbre vertical K.

Celui-ci, supporté par une crapaudine *i'* et maintenu par les supports K', est muni à son sommet d'un volant à main *v*, que l'ouvrier peut faire tourner à droite ou à gauche ; les deux vis J et J', par l'intermédiaire des deux paires de roues d'angle *j*, *k* et *j'*, *k'*, tournent alors dans le sens correspondant, et l'arbre H' se trouve éloigné ou rapproché de l'axe de la poulie motrice, dont la courroie reçoit ainsi, à volonté, une tension plus ou moins grande.

Turbine. — Nous arrivons à l'organe principal de l'appareil élévatoire, la turbine héliçoïdale proprement dite, laquelle se compose du tambour en bronze L' (fig. 1 et 4) fondu avec les palettes ou hélices *l* et avec un moyeu muni du collet en bronze *l'*, qui les maintient parfaitement centrées sur une portée de l'arbre fixe L' ; celui-ci est claveté à sa base dans le siége de la turbine, et porte à sa partie supérieure une crapaudine qui reçoit le pivot *m* (fig. 3), de l'arbre creux M auquel la turbine est fixée.

Au moyen de cette disposition, comme dans les turbines Fontaine, le graissage du pivot se trouve reporté à la partie supérieure, et son réglage, déterminant la hauteur exacte du tambour à hélices, peut se faire très-aisément par le serrage ou le desserrage des écrous *m'*, dont la vis traverse une plaque en fer boulonnée à la tête de l'arbre mobile, laquelle, à cet effet, est fondu avec un renflement cylindrique muni de portées pour recevoir la poulie motrice P.

Au-dessous de celle-ci, l'arbre est maintenu par le palier *n*, dont le corps est fondu avec la traverse M', fixée aux deux poutrelles N, à double T, qui, par les boulons de scellement *n'* (fig. 1), sont reliées à la maçonnerie du canal d'arrivée d'eau dans lequel la turbine est installée.

Celui-ci reçoit donc le socle ou siége N', fondu, d'une part, avec une sorte de cuvette terminée par un renflement central pour recevoir l'arbre fixe L' qui y est claveté, et, d'autre part, avec quatre cloisons *o*, disposées à angle droit et terminées par une courbe vers les hélices, de façon à diriger sur celles-ci l'eau qui arrive du canal et entre dans le socle par des ouvertures ménagées dans ce but sur ses quatre faces.

La turbine est enveloppée par une couronne O fondue avec deux brides, l'une servant à la relier au socle et l'autre à recevoir celle d'une seconde couronne O' fondue avec quatre directrices *o'* (fig. 1), courbées inversement de celles *o*, c'est-à-dire se redressant vers le haut, afin de diriger l'eau dans le sens vertical à sa sortie des plans inclinés de l'hélice.

Sur la bride supérieure de cette seconde couronne est boulonnée l'enveloppe en tôle R, formant conduit pour l'eau élevée qui sort par le goulot *r*, auquel est attachée la conduite de sortie. La calotte centrale de cette couronne présente au-dessus une surface dressée sur laquelle se fixe le tube en fonte R', isolant l'eau de l'arbre creux M, à l'extrémité inférieure duquel, comme on l'a vue, est montée la turbine.

MARCHE ET RENDEMENT DE L'APPAREIL.

L'eau à élever, arrivant librement par le canal, pénètre dans le socle N′ par des ouvertures qui y sont ménagées à cet effet, et elle est dirigée à la circonférence du tambour L, sur les plans inclinés de l'hélice *l*, au moyen des quatre directrices *o* se raccordant avec la partie bombée formant le plafond dudit socle.

La machine à vapeur étant mise en marche, la courroie engagée sur la poulie motrice D et sur celle P de la turbine, et, de plus, convenablement roidie par la poulie H du tendeur, l'hélice se met en mouvement; lorsqu'elle a atteint la vitesse convenable, l'eau aspirée s'élève verticalement, conduite par les quatre directrices *o′* dans le tube conducteur R jusqu'au déversoir *r*.

Comme les directrices *o′* sont fixes et que le tube enveloppe R′ l'est également, l'eau, à sa sortie de l'hélice, se trouve aussitôt ramenée dans un milieu calme, évitant ainsi toute espèce de mouvement giratoire qui serait si nuisible à l'effet utile par les frottements qu'il occasionnerait sur les parois.

La turbine qui fonctionne à Alexandrie, et dont la pl. 30 montre les dispositions, a les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur des ailes.	1m 200
» du moyeu.	0 800
» moyen des ailes.	1 000
Circonférence moyenne de l'hélice.	3 1416
Nombre de filets.	4
Épaisseur des cloisons.	0 010
Pas de l'hélice.	0 440
Diamètre de la poulie montée sur l'axe.	0 900

Comme il a été dit précédemment, pour que cette turbine élève l'eau au-dessus d'un déversoir d'une hauteur déterminée, il faut que sa vitesse au diamètre moyen de l'hélice soit supérieure à celle

$$\sqrt{2gh}$$

due à la hauteur corrrespondante à la chute du liquide tombant dudit déversoir, car à cette vitesse la turbine ne pourrait que tenir en équilibre la charge d'eau.

L'excédant de vitesse qu'il convient de donner doit être presque égal à la vitesse due à la hauteur, car on comprend que l'effet utile décroît avec cet excédant, puisqu'il devient nul quand la vitesse est égale à celle-ci.

Dans les expériences faites par M. Cordier sur la turbine d'Alexandrie, il a trouvé qu'à une vitesse de 132 tours par minute, en élevant

200 litres d'eau par seconde à $0^m 90$ de hauteur, l'effet utile mesuré était de plus de 80 p. 100 de la force employée.

Ce résultat a été constaté en jaugeant l'eau élevée au-dessus d'un déversoir, et en appliquant un frein sur l'arbre de la machine à vapeur pour connaître la force qu'elle transmettait à la turbine.

Voici les données qui ont servi de bases aux expériences :

La vitesse rotative de la turbine étant de 132 tours par minute, et son diamètre moyen de 1 mètre, sa vitesse circonférentielle moyenne était alors, dans le même temps, de :

$$132 \times 3,1416 = 414^m 691,$$

soit, par seconde :

$$414,691 : 60 = 6^m 911.$$

La hauteur de l'eau entre les deux niveaux était de $0^m 90$, ce qui donne pour la vitesse V, d'après la formule précédente :

$$V = \sqrt{2 \times 9,8088 \times 0^m 90} = 4^m 202.$$

La différence existant alors entre la vitesse de l'ascension de l'eau par la turbine et celle due à la hauteur de la chute, est donc alors de :

$$6^m 911 - 4^m 202 = 2^m 709.$$

Le nombre de tours qui correspondent à cet excédant de vitesse est de :

$$\frac{2^m 709 \times 60''}{314,16} = 52 \text{ par minute.}$$

Or, d'après ses dimensions, la turbine engendre par tour un volume d'eau de :

$$3,1416 \times 0^m 200 \times 0^m 100 \times 4 = 251^{\text{litres}} 328,$$

soit alors par minute :

$$251,328 \times 52 = 13,068 \text{ litres,}$$

ou, en nombre rond, 13 mètres cubes.

Dans l'expérience faite à Alexandrie, dans les conditions indiquées ci-dessus, l'eau élevée s'écoulait par un déversoir qui avait $1^m 500$ de largeur avec une épaisseur de lame de $0^m 180$. Le volume d'eau de cette lame était donc de :

$$0,400 \times 1,50 \times 0,18 \times \sqrt{2 \times 9,8088 \times 0,18} = 20^l 34,$$

soit :

$$0^{mc},02034 \times 60 = 12^{mc} 204 \text{ par minute.}$$

On voit donc que la différence entre le volume d'eau engendré par la turbine et celui calculé du déversoir, n'était que de 850 litres environ par minute.

Si maintenant nous calculons le travail de la machine à vapeur dans les conditions où se sont faites les expériences, nous trouvons (1) :

Surface du piston, moins la tige :

$$(0^{m}260^{2} \times 0,7854 - 0^{m}040^{2} \times 0,7854) = 0^{mq}0523.$$

Pression de la vapeur sur le piston = 2 atmosphères.

Vitesse du piston par seconde :

$$\left(\frac{0^{m}500 \times 2 \times 40}{60}\right) = 0^{m}666.$$

Détente au 1/4 ; par suite, le coefficient du rapport du travail total à pleine vapeur au travail dû à cette détente = 0,597.

D'après ces données on a :

$$T = 523^{cq} \times 2^{atm} \times 0^{m}666 \times 0,597 = 5^{ch}54.$$

L'expérience au frein a donné $2^{ch}50$, ce qui, pour le rapport de l'effet utile, donne :

$$5,54 : 2,50 :: 1 : x; \text{ d'où } x = 0,45.$$

On a vu que la vitesse de la turbine était de 132 tours par minute. Or la grande poulie motrice a $2^{m}700$ de diamètre, tandis que celle qui reçoit le mouvement n'a que $0^{m}900$; il faut donc, pour que cette dernière soit animée d'une vitesse de 132 tours, que l'arbre moteur fasse :

$$\frac{132 \times 0^{m}900}{2^{m}700} = 44 \text{ tours.}$$

Le travail de la machine à cette vitesse est de :

$$T = 523^{cq} \times 2^{atm} \times 0^{m}733 \times 0,597 = 6^{ch}13,$$

soit alors pour le travail utile, d'après le coefficient d'expérience mentionné ci-dessus :

$$6^{ch}13 \times 0,45 = 2^{ch}76.$$

Le travail de la turbine, en eau mesurée au déversoir, a été :

$$\frac{12^{mc}204 \times 0^{m}900}{60 \times 75} = 2^{ch}44.$$

(1) Par leurs dimensions, la machine et son générateur représentent une puissance motrice de huit chevaux, et on remarquera qu'on a été loin d'utiliser cette force dans les expériences. Cependant, comme le travail à produire est proportionnel à la hauteur de l'eau à élever, et que l'on ne peut prévoir bien exactement jusqu'à quel niveau baissera le Nil, les constructeurs ont dû, en prévision des plus basses eaux, donner au moteur une puissance capable de produire le maximum d'effet.

Mais, en ne comptant pratiquement que sur une quantité de 12 mètres cubes, le travail réel est de :

$$\frac{12^{mc} \times 0,900}{60 \times 75} = 2^{ch}\,4.$$

Ce qui donne encore, pour l'effet utile de la turbine, le rapport :

$$\frac{2.40}{2.76} = 0,87.$$

Il n'a pas été possible, à cause du travail régulier qu'était obligé de faire la machine pour l'alimentation de la ville d'Alexandrie, de se livrer à un plus grand nombre d'expériences; mais MM. Le Brun et Levêque construisent en ce moment pour Nubar-Pacha une turbine hélicoïdale de même force que celle que nous venons de décrire, mais devant élever l'eau à une plus grande hauteur, et sur laquelle M. Cordier se propose de faire des expériences très-suivies, cette dernière machine n'étant plus destinée à un service public.

On n'a donc pas eu cette fois le loisir de faire marcher la turbine à une plus grande vitesse; mais tout fait présumer que l'effet utile augmenterait encore, quoiqu'il soit déjà très-élevé.

L'effet inverse se produit naturellement quand on diminue la vitesse, expérience qu'il a été très-facile d'effectuer en faisant varier le nombre de tours du moteur. Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus à différentes vitesses; la première ligne de ce tableau résume les produits maxima obtenus à la vitesse de 132 tours, admise dans les calculs précédents.

Nombre de tours de la turbine par 1'.	Hauteur de l'eau entre les 2 niveaux.	Vitesse moyenne de la turbine par 1'.	Vitesse moyenne de la turbine par 1".	Vitesse due à la hauteur par 1".	Différence des vitesses par 1".	Nombre de tours par 1' correspondant à la vitesse en excès.	Épaisseur de la lame d'eau (1).	Volume d'eau calculé d'après la lame marquée.	Volume d'eau engendré par la turbine par 1'.	Travail de la machine d'après le nombre de tours.	Travail calculé d'après les hauteurs et le vol. d'eau élevé.	Rapport de l'effet utile.
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	tours.	mèt.	m. c.	m. c.	ch.	ch.	
132	0,90	414,691	6,911	4,202	2,709	52,000	0,18	12,20	13,068	2,76	2,40	0,87
117	0,87	367,567	6,126	4,131	1,995	38,000	0,15	9,10	9,550	2,44	1,76	0,72
108	0,84	339,282	5,486	4,059	1,427	27,267	0,12	6,52	6,646	2,38	1,22	0,51
90	0,79	282,744	4,712	3,936	0,776	14,828	0,07	2,95	3,724	1,88	0,518	0,275
70	0,72	235,620	3,927	3,758	0,169	3,229	0,00	0,00	0,809	0,00	0,000	0,00

On voit que, pour obtenir un effet utile important, il faut conserver à l'hélice une vitesse circonférentielle de 6 à 7 mètres par seconde, ce

(1) La largeur du déversoir était, dans les cinq expériences, de 1m 500.

qui correspond à un nombre de tours assez faibles, puisqu'il n'est pas de plus de 130 à 135 par minute, et qu'on pourrait encore diminuer, en augmentant le diamètre de la turbine. On sait, du reste, que les vitesses dues à la chute des corps ne croissent que comme les racines carrées des hauteurs, par conséquent, une vitesse double ou triple à la circonférence moyenne des ailes élèverait l'eau à une hauteur quatre fois ou neuf fois plus grande.

La turbine d'Alexandrie, par exemple, en marchant à la vitesse de 260 tours par minute, élèverait 400 litres par seconde à 3^{m} 60 de hauteur, représentant alors une force absolue de 19^{ch} 2 ; par suite, elle utiliserait entièrement une machine de 25 chevaux.

Si on voulait élever plusieurs mètres cubes d'eau par seconde, on devrait donner à la turbine un diamètre de 3 ou 4 mètres, et il conviendrait alors, pour obtenir la vitesse voulue à la circonférence, d'attacher directement, par exemple, les bielles de deux pistons à vapeur, placés à angle droit, à une manivelle fixée sur l'axe de la turbine; il suffirait, dans ce cas, de communiquer une vitesse de 50 à 60 tours par minute.

On construit déjà des machines semblables en France et en Angleterre; elles conviennent principalement aux arrosements, aux épuisements et aux dessèchements, partout enfin où il faut élever de grands volumes d'eau à des hauteurs qui n'excèdent pas 10 mètres; elles présentent surtout des avantages sur les pompes lorsque les eaux à élever sont troubles ou chargées de matières étrangères.

ACIÉRIES D'UNIEUX

PRÈS FIRMINY (LOIRE)

Appartenant à MM. HOLTZER ET DORIAN

Et connues sous la raison JACOB HOLTZER ET Ce.

Il y a environ une cinquantaine d'années, un jeune ouvrier d'Alsace se rendait à Firminy, près de Saint-Étienne, après avoir travaillé dans diverses usines métallurgiques, et, à l'aide de quelques économies, montait une petite fabrique d'acier, qui, grâce à son activité et à son intelligence, ne tarda pas à prospérer et à grandir. Elle prospéra d'autant mieux qu'il n'en sortait que des aciers de premier choix, qui furent bientôt appréciés par les fabricants d'outils, par les taillandiers, les tailleurs de limes, et en général par tous les industriels qui connaissent l'emploi de l'acier de bonne qualité.

Nous ne pouvons mieux comparer M. Jacob Holtzer, qui a fondé les aciéries d'Unieux, qu'à M. Frédéric Japy, le fondateur de la fabrique d'horlogerie de Beaucourt, qui, comme nous l'avons dit dans *le Génie industriel,* est devenue la première usine du monde, non-seulement pour les mouvements de montres et de pendules, mais encore pour les vis à bois et les objets de quincaillerie.

C'était à l'époque où nous étions presque complétement tributaires de l'Angleterre pour les aciers de première qualité, et par suite pour la fabrication des outils, des limes et des tranchants de tout genre. M. Holtzer, qui avait compris nos besoins et prévoyait déjà l'avenir de l'industrie française, voulut, en homme convaincu et en travailleur infatigable, prouver à nos fabricants qu'il pourrait les satisfaire sous tous les rapports. Il est arrivé, en effet, après peu d'années, à acquérir une véritable renommée, comme la maison Jackson qui avait importé en France les procédés anglais. C'était aussi en vue de procurer aux manufactures d'armes une matière première qu'elle ne pouvait trouver qu'à l'étranger (ce qui n'était pas facile en temps de guerre). Les exigences de cette délicate fabrication avaient été si bien comprises par M. Holtzer que ces établissements n'ont cessé jusqu'à ce jour de s'approvisionner aux usines d'Unieux.

M. Jacob Holtzer est mort récemment, après avoir laissé à son fils, M. Jules Holtzer, et à son gendre M. Dorian, ses dignes successeurs, un établissement de premier ordre, qui livre au commerce plus de 3 millions de kilogr. d'acier par année, et qu'ils agrandissent encore depuis qu'ils sont devenus possesseurs d'une exploitation importante de minerais de fer dans les Pyrénées, à Ria, près Prades, minerai carbo-

naté spathique, qui, traité au charbon de bois dans trois puissants hauts fourneaux, produisent à volonté des fontes spéculaires très-recherchées pour la fabrication des fers et des aciers puddlés, et peuvent remplacer avantageusement les meilleures fontes de Suède. Ces fontes, obtenues à grains à la deuxième fusion, donnent des moulages d'une ténacité remarquable. C'est le cas d'ajouter que l'emploi de ces fontes n'a pas peu contribué à faire réussir en France la fabrication des plaques pour blinder les navires. Les fontes de Ria trouvent encore un autre débouché important, en remplacement des fontes de Styrie, pour opérer le dosage dans les appareils Bessemer.

La nomenclature des aciers fabriqués dans l'usine d'Unieux est très-variée, elle comprend les aciers fondus les plus fins et par suite les plus recherchés pour les travaux très-délicats, puis des aciers ordinaires pour les grosses pièces et les aciers puddlés, forgés et laminés. Elle peut donc fournir à tous les besoins de la consommation depuis les prix inférieurs de 40 à 50 fr. les 100 kil., jusqu'aux plus élevés de 150 à 200 fr.

MM. Holtzer et Dorian n'ont pas encore appliqué chez eux l'appareil Bessemer, parce qu'ils s'occupent depuis un certain temps, sous la direction de l'un de nos bons amis et anciens camarades, M. Goguel, d'un procédé particulier de son invention qui aurait pour objet d'opérer avec plus de rapidité et d'économie. Nous espérons pouvoir bientôt parler de ce procédé que nous serions heureux de faire connaître, dès qu'il sera en exploitation et que nous pourrons en constater les résultats.

On se rappelle sans doute avoir vu à l'Exposition universelle de 1855 de belles et grandes cloches en acier fondu, qui avaient été envoyées par l'usine de Bochûm, et dont le timbre surprenait tous les visiteurs par leur pureté et leur sonorité. La maison Holtzer, ayant acquis le privilége du procédé allemand, a ajouté cette spécialité à sa fabrication, en y apportant des modifications et une économie telles, qu'elles lui ont permis de livrer aux églises de France des cloches de toutes dimensions à moins de 1 fr. 80 c. le kilogramme, c'est-à-dire à un prix qui est à peine moitié de celui des cloches en bronze, et comme la densité de cette dernière matière est un peu plus élevée que celle de l'acier fondu, il en résulte pour les paroisses une réduction considérable dans le prix d'acquisition. Nous devons espérer qu'avant peu l'acier fondu sera considéré comme un métal aussi précieux, et, dans tous les cas, aussi catholique que l'airain, et qu'il sera adopté dans toutes les églises qui ne sont pas encore pourvues de l'instrument indispensable à l'appel des fidèles.

MM. Holtzer et Dorian, qui ont ajouté à la fabrication des cloches celle des pièces moulées en acier fondu, telles que les engrenages, ébauches d'essieux coudés, matrices, etc., possèdent à cinq ou six kilomètres de Firminy plusieurs usines hydrauliques dans lesquelles ils ont installé un grand nombre d'outils et de petits martinets pour la fabrication des faux et faucilles, fabrication qui est devenue relativement très-considérable

et dans laquelle ils ont également acquis une réputation bien méritée.

Ces usines existent depuis 1839 et ont été restaurées et agrandies il y a quelques années. Elles livrent annuellement aux agriculteurs environ 600,000 pièces, tant en faux qu'en faucilles; ce qui représente à peu près les deux tiers de la production française.

Il est curieux de suivre le nombre des opérations nécessaires pour fabriquer une faux qui, en résumé, est tirée d'une simple barre d'acier. Ici, comme dans plusieurs industries spéciales, on a compris la division du travail, laquelle est réellement faite avec une intelligence remarquable. Les ouvriers, aidés des machines ou des outils spéciaux qui sont à leur disposition, exécutent toujours, chacun en ce qui le concerne, une seule et même opération, qui, de cette sorte, se fait mieux, plus vite et plus économiquement.

Nous devons ajouter que le travail est d'autant plus varié que l'espèce, la forme et les dimensions des faux sont elles-mêmes très-différentes. Il faut évidemment se conformer, à ce sujet, aux habitudes, aux exigences de chacune des contrées pour lesquelles elles sont destinées. Le faucheur belge, comme le faucheur du nord, n'emploie pas du tout le même genre de faux que celui de l'ouest ou du midi de la France. Il en est de même des faucilles, mais la fabrique est organisée pour satisfaire à toutes les demandes, de sorte qu'elle possède aujourd'hui un très-grand nombre de modèles de ces instruments.

Parmi les machines-outils employées dans cette industrie, nous citerons particulièrement les martinets, qui jouent un rôle important dans plusieurs des manipulations les plus essentielles. Mis en mouvement par dix-sept roues hydrauliques à augets de quinze chevaux chacune, et trois turbines de vingt-cinq chevaux, ces outils fonctionnent avec une rapidité vraiment surprenante. Ainsi, il y en a qui donnent jusqu'à 1,000 à 1,200 coups à la minute, soit 18 à 20 coups par seconde. Si l'on en excepte les petites machines Reader (1), on ne peut évidemment pas construire des marteaux-pilons à action directe qui puissent marcher à une telle vitesse.

Au reste, ce genre de martinets à grande vitesse est appliqué dans bien des industries, particulièrement pour corroyer ou forger des petites pièces en fer ou en acier. Ce sont des machines simples, faciles à établir, d'une installation peu coûteuse, et n'exigeant pas beaucoup d'entretien. Elles sont donc réellement employées avec avantage, il faut seulement s'arranger dans le montage de façon à ce que le marteau fonctionne bien et que l'ouvrier qui est chargé de s'en servir se trouve lui-même placé le mieux possible pour ne pas fatiguer. Nous avons remarqué à ce sujet que les martinets des usines de MM. Holtzer et Dorian sont parfaitement installés; il en est de même, au reste, de tout le matériel des ateliers, du Pont-Salomon, de la Gerbe et de l'Alliance.

1. Nous avons décrit ces petites machines à forger dans les vol. VIII et XV.

TISSAGE DES ÉTOFFES FAÇONNÉES

MÉTIER MÉCANIQUE A TISSER

A ALIMENTATION CONTINUE ET A PLUSIEURS NAVETTES

Par MM. H., J. ET R. CRAWFORT ET R. TEMPLETON,

manufacturiers à Beith, comté d'Ayr (Angleterre).

(PLANCHE 31.)

Le métier que nous allons décrire se distingue de ceux dont nous avons fait connaître les dispositions pl. 21 et 33 du vol. xv et pl. 8 de ce vol., par des combinaisons mécaniques spéciales qui permettent :

1° L'alimentation continue et automatique des fils de trame, afin que le tissage puisse s'effectuer sans interruption. Ce résultat est obtenu au moyen d'une navette munie d'un ressort qui, mis en liberté lorsque le fil dont elle est garnie est épuisé, agit sur un mécanisme destiné à chasser cette navette en permettant à une nouvelle navette garnie de fil de se mettre à la place de la première. Par cette disposition on n'est plus dans la nécessité d'arrêter le métier lors de l'épuisement du fil de trame, ni même lorsqu'arrive la rupture de ce fil, car dans ce cas aussi un mécanisme particulier fait cesser le mouvement du renvidage sans pour cela arrêter le métier.

2° Le tissage des étoffes à plusieurs couleurs au moyen d'une boîte rotative renfermant plusieurs navettes.

Dans la description que nous allons donner de ce métier, nous nous appliquerons principalement à bien faire comprendre ces nouvelles combinaisons, renvoyant, afin d'éviter les répétitions, à nos articles antérieurs pour les dispositions générales communes à tous les métiers à tisser.

La fig. 1re représente le nouveau métier en section transversale faite par le milieu de sa longueur ;

La fig. 2 en est une vue de face dans le sens longitudinal ; l'extrémité de gauche du rouleau de l'ensouple est supposée brisée afin de laisser voir les pièces du mécanisme qui se trouvent derrière ;

La fig. 3 est un plan général vu en dessus de ce même métier.

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/12 de l'exécution.

Les fig. 4, 5 et 6 représentent en coupe longitudinale vue de côté et en section transversale, à une échelle double des figures précédentes, une des boîtes à cinq compartiments qui contiennent les navettes.

Les fig. 7 et 8 font voir en élévation et en plan la navette au 1/4 de l'exécution ; le fuseau dans la fig. 7 étant relevé pour recevoir la canette.

Les fig. 9 et 10 montrent cette même navette en section et en plan, le fuseau baissé et encore garni en partie de fil.

La fig. 11 représente en détail le mécanisme du casse-trame.

Dispositions générales. — L'ensemble du métier ne diffère pas, comme nous l'avons dit, des machines de ce genre, on y retrouve les mêmes parties fixes qui supportent, guident ou relient les divers organes mobiles. Le bâti, composé des deux flasques en fonte A et A′ reliées par les entretoises B de même métal, supporte dans des paliers les deux arbres horizontaux *a* et *a′*. Le premier reçoit le mouvement du moteur au moyen de la poulie P calée à l'une de ses extrémités, et à côté de laquelle est montée folle la poulie P′, destinée à recevoir la courroie lorsque l'on veut arrêter la marche du métier. Cet arbre *a*, par un double coude et les courtes bielles *b′*, donne le mouvement au battant B′, dont les épées *b′* sont reliées vers le sol par une traverse en fonte C, pouvant osciller librement dans deux supports *c* fixés au bâti.

L'arbre inférieur *a′* reçoit le mouvement du premier par un pignon *c′*, calé près de la poulie motrice et engrenant avec la grande roue C′. Ce second arbre commande les fouets ou chasse-navettes D, par l'intermédiaire des arbres verticaux D′, et aussi les lisses *d* sur lesquelles passent les fils de chaîne (indiqués seulement sur les fig. 1 et 3 et sans les marches et le mécanisme des cammes qui opèrent leur soulèvement).

Derrière le bâti, monté sur un axe en fer qui peut tourner librement dans de petits supports, est placé l'ensouple en bois E, qui reçoit les fils de chaîne ourdie *e*, guidés par les poitrinières *d′* et *e′* pour traverser les dents du peigne ou *rot* dans lesquelles s'effectue le tissage, et se rendre sur l'ensouple du devant, au cylindre déchargeoir E′, sur lequel s'enroule le tissu au fur et à mesure de sa formation.

Navettes et mécanismes opérant leur remplacement. — Le corps même de la navette E ne diffère pas des navettes ordinaires, son fuseau *f* (fig. 7 et 10), destiné à recevoir la canette, peut tourner sur une goupille traversant la navette. A l'extrémité du fuseau est soudé un ressort *f′*, légèrement courbé en dehors et terminé par un talon formant crochet, lequel est engagé dans une ouverture pratiquée à la base du fuseau (fig. 7).

Dans la partie postérieure de la canette en bois G, qui se place sur le fuseau, est pratiquée une rainure (fig. 9) qui laisse saillir d'une petite quantité le talon de la lame de ressort *f′*, quand le fil n'est pas enroulé sur la canette ; mais, en enroulant le fil, ce qui se fait en

commençant par le milieu et formant ensuite la partie conique, la pression exercée par le fil à la base fait rentrer le ressort et oblige l'extrémité recourbée de son talon à sortir par le trou pratiqué dans le pied du fuseau, lequel est maintenu dans la position horizontale ou verticale, facultativement, par le ressort méplat *g* (fig. 8 et 9).

Dans le corps de la navette est encore pratiqué un évidement servant à loger un autre ressort *g'* (fig. 7, 8 et 10) qui est recourbé à angle droit pour venir rencontrer et maintenir le talon du ressort *f'*, au moyen d'un trou dans lequel il pénètre, et, par suite, maintenir la canette horizontalement. Dans cette position le ressort *g'* ne désaffleure pas la navette, ce qui permet à celle-ci de se mouvoir librement dans le compartiment de la boîte qui lui est réservé.

Lorsque le fil commence à s'épuiser, que celui qui recouvre la partie conique est entièrement dévidé, le ressort *f'*, ne se trouvant plus maintenu appliqué dans l'entaille de la canette, se soulève et par suite dégage le ressort *g'*, lequel alors désaffleure la navette en occupant la position indiquée en traits ponctués, fig. 8. Dans cette position il se met en contact avec un mécanisme que nous décrirons plus loin.

La petite quantité de fil qui reste enroulée au centre de la canette après l'extension des ressorts, sert à compléter la duite de manière à éviter des irrégularités dans le tissu. On peut également appliquer ce système de navette aux canettes à tube de papier ; dans ce cas il faut que le tube soit fendu ou que le papier soit assez mince pour permettre au ressort de le déchirer lorsque le fil de trame est épuisé.

Le mécanisme qui agit ici sur la navette ou lorsque le fil se casse, doit naturellement se trouver en relation avec les boîtes destinées à contenir les navettes. A cet effet, à l'un des bouts du battant B' est fixé l'arbre en fer g^2 (fig. 4 et 5) qui reçoit la boîte rotative G'. Un petit bloc cylindrique en bois G^2 prolonge la navette jusqu'au support extrême *h* de la tringle en fer *h'*, servant de guide au taquet H, lequel vient se loger à fin de course dans une entaille pratiquée dans ledit bloc G^2. Le taquet est chassé à la manière ordinaire par le fouet D, mais il revient très-rapidement sous l'action d'un ressort H' (fig. 2 et 3), enroulé en hélice sur une petite tige fixée au bloc G^2 de la boîte, et relié par une lanière en caoutchouc attachée au taquet H. Il résulte de cette disposition qu'aussitôt que le taquet a frappé la navette, il revient immédiatement reprendre sa position primitive.

La boîte est à cinq compartiments, mais pourrait en posséder un plus ou moins grand nombre ; dans tous les cas, sur le devant, est montée, à poste fixe, une tringle méplate *i* à laquelle est vissée une cage ouverte I (fig. 2, 3 et 6), destinée à recevoir les navettes pleines qui doivent être introduites dans les compartiments de la boîte.

Au-dessous de cette cage, et sur le devant, se trouve une tablette I', sur laquelle on dépose les navettes couvertes de fil pour servir à son

alimentation. Une fois qu'elles sont introduites dans cette dernière, elles ne peuvent plus s'en échapper, retenues qu'elles sont par la plaque *i* et par deux petits ressorts *i'* (fig. 6) placés aux extrémités.

Au moyen de cette disposition, l'ouvrier chargé de la conduite du métier n'a qu'à placer de temps en temps des navettes de fil dans l'ouverture de la cage I, et les compartiments vides de la boîte s'en trouvent garnis au fur et à mesure qu'ils se présentent.

Un mouvement de rotation d'un cinquième de tour est communiqué à la boîte en temps opportun, c'est-à-dire quand le fil d'une navette est employé, au moyen du mécanisme suivant :

Admettons l'instant où la quantité de fil enroulé sur la canette n'est plus suffisante pour maintenir le ressort *f'* (fig. 7), celui-ci en se soulevant dégage, comme nous l'avons vu, le ressort *g'* qui, alors, saillit en dehors de la navette ; celle-ci, en rentrant dans son compartiment, présente son ressort à une plaque J (fig. 4 et 5), qui sert à maintenir la boîte pendant le tissage. Or cette plaque peut osciller sur un centre *j*, et son bord extrême inférieur présente un plan incliné (fig. 4) qui, rencontré par la saillie du ressort *g'*, dans le passage de la navette, l'oblige à se soulever et avec elle le levier J' qui y est relié par articulation. Ce levier est terminé par une coulisse dans laquelle est engagé un boulon *o'* qui le réunit au levier coudé K, relié lui-même au levier K'. Ce dernier est fixé par son autre extrémité à un petit arbre *j'* (fig. 1 et 2) qui fait partie d'une des épées *b'* du battant B'.

Au même arbre *j'* est fixé, au moyen d'une vis, le levier horizontal *k*, lequel présente une surface plane au contact d'un galet ou rouleau attaché au levier-manivelle L monté sur l'arbre à cammes *a'*. Il résulte de cette combinaison qu'à chaque révolution de cet arbre le levier *k* se trouve soulevé, et qu'alors, en oscillant sur son axe *j'*, il entraîne le levier K' et ce dernier le levier K, auquel est attaché celui J' relié à la plaque J.

Ce mouvement peut se répéter à chaque coup, tant que le tissage se produit d'une façon régulière ; mais lorsque le ressort *g'* de la navette se détend et qu'il vient rencontrer la plaque J, le point d'attache du levier J' est soulevé, comme il a été dit plus haut, ce qui a pour résultat d'entraîner le soulèvement du levier K. Or celui-ci est muni d'un ergot *k'* (fig. 5) qui, dans ce mouvement, vient rencontrer une des dents du rochet *l* fixé sur l'axe de la boîte à navette ; retenu dans cette position par un goujon *l'* monté sur un bras L', qui peut céder en comprimant un ressort dont il est garni, l'ergot *k'*, quand vient le soulèvement de la manivelle L, fait tourner le rochet d'une dent, et, par suite, la boîte d'une division, de sorte qu'un autre compartiment garni d'une navette pleine vient se présenter. Ce mouvement, qui se produit avec une très-grande rapidité, ne fait éprouver aucun retard dans le tissage.

Pour éviter une rupture dans le mécanisme, dans le cas d'une interruption accidentelle, le levier *k* est formé de deux pièces articulées et

reliées par un ressort *m* (fig. 1 et 3), composé de plusieurs lames d'acier qui ne permettent aux deux pièces de céder que sous un grand effort. Un autre ressort plus faible, à boudin *m'*, est appliqué à ce levier pour le faire redescendre chaque fois qu'il a été soulevé par la manivelle L.

Cette manivelle n'est pas fixée sur l'arbre à cammes *a'*, elle y est maintenue par l'accouplement de deux manchons *n* (fig. 2), qui sont fixés par des vis de serrage et présentent un évidement intérieur destiné à correspondre avec une saillie ménagée dans le moyeu de la manivelle. L'évidement a un développement plus grand que l'épaisseur de la saillie, afin qu'il y ait un temps perdu dans l'entraînement.

Ainsi, lorsque la manivelle tourne dans la direction du levier K', elle est entraînée par les saillies laissées par les évidements des manchons, ces saillies sont alors en contact avec celles du moyeu. Cette action se continue jusqu'à ce que la manivelle se trouve dans une position perpendiculaire au levier K', alors celui-ci, dépassant la verticale, redescend rapidement sollicité par son propre poids, et ne s'arrête dans le demi-tour, qu'il ferait naturellement sans cela, que sur les autres saillies qui font la contre-partie des évidements des deux manchons.

Par ce mouvement accéléré que possède la manivelle à cet instant de sa course, et qui la rend complétement indépendante des autres pièces du mécanisme, le battant peut effectuer son retour, ce qui sans cette combinaison, ne pourrait avoir lieu. Chaque compartiment de la boîte G' possède un élargissement *o* (fig. 6) sur toute la longueur pour loger le ressort *g'* de la navette lorsqu'il est ouvert, et permettre, par suite, à celle-ci de se mouvoir lorsque son ressort est dans cet état. Dans le même but, une rainure analogue est pratiquée dans la boîte G^3, dans le cas où le ressort *g'* serait mis en liberté pendant que la navette traverse.

Nous avons vu que c'était par le soulèvement de la plaque J, au moyen du ressort *g'* de la navette, que la rotation d'un cinquième de tour de la boîte était effectué sous l'action de l'ergot *k'* du levier K. Pendant ce mouvement, le levier articulé J' peut descendre en glissant dans la coulisse de son point d'attache *o'* (fig. 5), et la plaque J peut alors revenir à sa position normale dans le nouveau compartiment qui se présente, et qui contient une navette toute garnie de fil destinée à continuer le tissage sans interruption.

Sur la face de la plaque J, extérieure au compartiment, est fixé un petit ressort à pincette *p* (fig. 4 et 5), muni d'un arrêt qui, rencontré par le ressort *g'* de la navette, empêche celui-ci de trop se détendre. Quand la plaque J monte, le ressort *p* s'avance un peu au delà de la boîte, pour qu'elle ne retourne pas dans le compartiment d'où elle vient de sortir, mais, au contraire, pour laisser le temps à ladite boîte de se mouvoir d'une quantité suffisante pour que cette plaque et son ressort puissent se loger dans le nouveau compartiment qui se présente.

Lorsque la boîte a effectué son changement, un cliquet *m*, maintenu en pression par un ressort M′ (fig. 5), s'engage dans l'une des dents de la roue à rochet *l* et la retient dans cette nouvelle position.

Dans le mouvement de rotation de la boîte, la navette dont le fil est épuisé serait projetée au loin si elle n'était retenue par une lanière N (fig. 3), fixée au battant et qui passe au-dessus du compartiment ; au mouvement suivant effectué par la boîte, la nouvelle position du compartiment permet à la navette de tomber sur une tablette N′, disposée à cet effet derrière le battant, et d'où on l'enlève pour être garnie de nouveau.

Les dispositions mécaniques qui viennent d'être décrites peuvent être appliquées simultanément avec un mécanisme agissant sur la boîte à navettes par l'intermédiaire d'un casse-trame, qui le met en mouvement quand le fil est rompu ou lorsque la canette est épuisée. Cet effet est obtenu par un mécanisme spécial qui change la navette au lieu d'arrêter le métier, ainsi que cela se produit dans les métiers ordinaires.

MÉCANISME DU CASSE-TRAME AMENANT LE CHANGEMENT DE LA NAVETTE. — Le casse-trame *p′* est équilibré comme de coutume, et lorsque le fil se casse, sa fourche vient se mettre en contact avec la partie supérieure du levier coudé O (fig. 2, 3 et 11). Ce levier est monté sur un axe fixé intérieurement à la flasque de droite du bâti, sur laquelle il peut osciller librement sous l'impulsion de la manivelle O′, monté à frottement doux sur l'arbre à cammes *a′*, au moyen duquel il est entraîné par un double manchon à griffes *q*, d'une construction semblable à celui *n*, qui entraîne la manivelle L. Sous l'action de la manivelle O′, le levier O, par sa fourche, actionne le bras coudé *q′* qui supporte le casse-trame *p′* ; ce bras est réuni par une vis de serrage *r* avec la tête du levier vertical Q, fixée sur l'arbre horizontal Q′ régnant toute la largeur du métier.

Le mouvement communiqué à cet arbre par le levier Q actionne un autre levier R fixé également sur cet arbre, près du bâti de gauche (fig. 1 et 3) ; celui-ci soulève une tige horizontale en fer *r′* arrêtée dans la coulisse du levier coudé R′, et munie d'une tringle verticale *s* (fig. 2), reliée à la plaque J, de sorte que cette dernière qui, comme nous l'avons vu, maintient la boîte à navette pendant le tissage, se trouve soulevée à ce moment et met la boîte en liberté ; alors le levier K agit et fait tourner la boîte d'une amplitude égale à un de ses compartiments. Le levier coudé R′ est ensuite ramené dans sa première position par un ressort à boudin *s′* (fig. 1re).

Le levier R, fixé sur l'arbre horizontal Q, a encore une autre mission, celle d'empêcher l'avancement du tissu pendant l'arrêt momentané de la navette. A cet effet dans une rainure, pratiquée vers le milieu de sa longueur, est engagée une chape *t*, munie d'un goujon qui saillit latéralement pour rejoindre les cliquets *t′* et les dégager des dents de la roue à rochet S, qui donne le mouvement à l'ensouple par l'intermédiaire des roues et pignons S′ (fig. 2).

Ce soulèvement des cliquets permet plusieurs mouvements du battant sans entraîner la roue à rochet qui, en outre, pour plus de sûreté se trouve maintenue pendant ce temps par un encliquetage u monté sur le levier coudé U (fig. 1). Celui-ci est aussi muni d'un contre-cliquet destiné à faire tourner de plusieurs dents, en sens inverse, la roue à rochet, dans le cas où cela serait nécessaire pour prévenir toute irrégularité dans la marche du métier et par suite dans le tissu.

La partie inférieure du levier U est coudée à angle droit, afin de pouvoir y suspendre au besoin un contre-poids u' destiné à assurer le fonctionnement de ce double encliquetage.

Arrêt automatique du métier. — Dans le cas où la navette resterait engagée dans le passage, en traversant d'une boîte à l'autre, la boîte aux navettes est munie d'une disposition automatique qui arrête le mouvement du métier. A cet effet, au-dessus de la boîte G', est disposé un petit arbre horizontal T, pouvant tourner librement dans ses paliers et garni d'un appendice T' (fig. 4) dirigé vers la boîte. Lorsque la navette effectue ses mouvements de va-et-vient, l'appendice T' est à chaque passage repoussé en dehors de la boîte; il en résulte un mouvement oscillatoire communiqué à l'arbre T, et, par suite, à un petit levier v (fig. 1) monté à l'extrémité de cet arbre, lequel repousse un autre levier courbé v' fixé sur l'arbre x. Le mouvement que reçoit cet arbre, qui règne sur toute la largeur du métier, est transmis à un levier x', calé à son autre extrémité (fig. 2 et 3); celui-ci soulève l'arrêt y et lui permet ainsi de se mouvoir librement avec le battant, en laissant le grand ressort méplat V dans sa position normale.

Quand, au contraire, ce mouvement n'a pas lieu, par suite du retard de la navette, l'arrêt y se met en contact avec celui du ressort V, dont la vis V' (fig. 3) repousse la branche horizontale X, laquelle alors fait partir le levier à ressort X' qui déplace le guide U' de la courroie motrice, laquelle peut ainsi passer de la poulie fixe P sur la poulie folle P'.

La boîte à navette G^3, placée du côté du débrayage, est munie comme d'ordinaire d'un ressort postérieur y', qui agit sur un levier z fixé à l'extrémité de ce même arbre x, de façon à ce que cet arbre, par l'intermédiaire du levier x' et de l'arrêt y, puisse arrêter le métier, comme précédemment, quand la navette n'entre pas dans cette boîte.

A l'arbre horizontal T, disposé au-dessus de la boîte de gauche, est fixé à charnière une pièce qui se trouve placée en face de l'épée et en ligne droite avec le rot R^2, de manière à permettre à la boîte de tourner, dans le cas où la navette se serait arrêtée.

Tissage a plusieurs couleurs. — La fig. 11 représente, en détail, une modification apportée au métier, par l'adjonction d'un mécanisme agissant sur la boîte aux navettes pour produire un tissu quadrillé, rayé, ou autres dessins pouvant être obtenus au moyen d'une succession régulière ou alternative de différentes couleurs.

Dans cette modification le levier coudé O, actionné par la manivelle O', montée sur l'arbre à cammes a', est percé à son extrémité supérieure d'une rainure destinée à recevoir le tourillon de la roue à rochet a^2. Sur ce même tourillon est monté un disque b^2, dont la périphérie est entaillée ; on détermine le nombre de ses entailles suivant la longueur de fil de trame de même couleur que doit avoir l'étoffe sans interruption, car chaque entaille a pour but, comme nous allons l'expliquer, de régler les mouvements de la boîte et par suite de faire changer chaque fois la navette. A cet effet, le bras q', fixé par la vis r à la tête du levier Q, est munie d'un cliquet q^2 assez large pour s'appuyer à la fois sur le disque à entailles b^2, et sur l'extrémité arrondie, présentant un cran, du levier O.

A la poitrinière e' est fixé le cliquet à ressort c^2 engagé dans les dents de la roue à rochet a^2, munie aussi d'un contre-cliquet f^2 monté sur un bras forgé avec le dit levier O.

A chaque révolution de l'arbre à cammes a', la manivelle O' fait osciller le levier O d'une assez grande amplitude pour que le rochet c^2, fixé à la poitrinière, fasse tourner la roue a^2 d'une dent. Celle-ci entraîne dans ce mouvement le disque entaillé b^2, parce qu'il y a réunion intime entre ces deux pièces au moyen d'une plaque de caoutchouc et d'une vis avec écrou de serrage.

Tant que le cliquet q^2 glisse sur la périphérie du disque b^2, le tissage s'effectue avec le fil d'une même couleur que débite la navette en fonctionnement, mais, aussitôt que ce cliquet tombe dans une des entailles du disque, il se produit un changement de navette donnant un fil d'une autre couleur. Ainsi le cliquet q^2, en s'engageant dans une des entailles du disque, descend en même temps dans l'entaille correspondante pratiquée dans la tête du levier O. Alors celui-ci, dans le mouvement qui lui est communiqué, entraîne le levier Q et, le poussant vers la poitrinière e', l'oblige à tourner, et avec lui son axe Q', lequel à son tour actionne le levier R (fig. 2), et ce dernier, comme nous l'avons expliqué plus haut, soulève la tringle verticale s, et cette dernière la plaque J au moyen de laquelle la boîte tourne de façon à présenter une nouvelle navette.

Le tissage continue ainsi avec ce second fil jusqu'à ce qu'une autre entaille du disque b^2 se présente et qu'un nouveau changement ait lieu.

A la place de ce disque entaillé les auteurs proposent d'employer une courroie sans fin, qui ferait tourner la boîte. Cette courroie serait composée d'une série de plaques métalliques reliées entre elles par articulation ; elle passerait sur un petit cylindre porté par la tête du levier O, et serait entraînée comme le disque par la roue à rochet a^2. Dans les plaques articulées de cette courroie seraient pratiqués des trous à des distances calculées pour correspondre avec les changements de fil à effectuer dans le tissu. Le cliquet, en tombant à l'instant voulu dans l'un de ces trous, arrêterait le mouvement de la courroie, et, pendant ce temps, le changement de navette s'effectuerait.

MACHINES OUTILS

MACHINE A TAILLER LES ROUES D'ENGRENAGE

DROITES ET CONIQUES

Construite par M. WHITWORTH, ingénieur-mécanicien à Manchester.

(PLANCHE 32.)

Dans les tomes II et III de ce Recueil, nous avons donné les descriptions et les dessins très-détaillés de deux belles et grandes machines à tailler les différentes espèces de roues d'engrenage soit à denture de bois, soit à denture de métal, entièrement étudiées et construites par MM. Cartier et Armengaud. Bien que la construction de ces machines remonte à près de trente années, on peut encore trouver, en les examinant avec quelque attention, des combinaisons mécaniques très-intéressantes, que peut-être on est arrivé à simplifier, mais que l'on n'a pu surpasser quant à la précision du travail qu'elles permettent d'effectuer.

Plus près de nous, à l'Exposition universelle de 1855, à Paris, figuraient trois machines à tailler les engrenages. L'une, véritable outil de précision, était de M. Deshays; elle pouvait diviser et tailler les roues droites et coniques à dentures ordinaires ou héliçoïdales. Nous en avons donné le dessin et la description dans le vol. XII du *Génie industriel.*

La seconde, d'un plus grand modèle, pouvant tailler des roues jusqu'à 2 mètres de diamètre, avait été envoyée par M. J. Buckton de Leeds. Dans cette machine, comme dans la précédente, la roue se plaçait horizontalement; le chariot qui portait la fraise pouvait s'incliner; les divisions s'obtenaient, non au moyen d'une plate-forme divisée comme dans la machine de M. Deshays, mais par des engrenages de rechange.

Enfin, la troisième, d'une disposition presque entièrement nouvelle à cette époque, avait été envoyée par l'habile constructeur anglais, M. Whitworth, de Manchester, dont nous avons déjà publié un grand nombre d'outils.

Contrairement à ce qui avait été adopté le plus habituellement dans les machines alors en usage, la roue à tailler était placée verticalement. Le bâti, dans la nouvelle plate-forme de M. Whitworth, n'était autre qu'un banc en fonte analogue à celui d'un tour ordinaire; à l'une des extrémités de ce banc était placé le chariot porte-outil, tandis qu'un second chariot, pouvant glisser sur toute sa longueur, portait l'arbre horizontal, destiné à recevoir la roue à tailler. La division s'effectuait au moyen d'une série d'engrenages, taillés avec le plus grand soin, qui permettaient d'obtenir un nombre considérable de divisions.

L'Exposition universelle de 1862, à Londres, n'a rien montré de réellement nouveau quant aux machines dont il s'agit, c'est le type de Whitworth dont nous venons de parler que nous avons reconnu et qui paraît être le plus généralement adopté.

Un beau modèle, sur lequel on peut tailler des roues de 3 mètres de diamètre, figurait à cette Exposition, et les dessins relevés pour le *Portefeuille du Conservatoire des arts et métiers* vont nous permettre d'en donner les détails de construction.

En publiant les machines à tailler les engrenages rappelés plus haut, nous avions fait ressortir l'avantage qu'il y avait d'employer des burins au lieu de fraises, parce que, à cette époque, cet outil, qui demande beaucoup de soin dans sa confection, revenait à un prix très-élevé; mais cet inconvénient a disparu aujourd'hui, grâce à l'emploi de petites machines très-simples, peu volumineuses, dites à *tailler les molettes*.

Le prix de revient des fraises taillées à l'aide de ces machines ne dépasse pas sensiblement celui des burins qui seraient nécessaires pour effectuer le même travail. Aussi maintenant, surtout en Angleterre, il n'est pas rare de voir les roues qui n'atteignent pas de grandes dimensions avoir des dents taillées entièrement dans la masse, comme nous l'avions fait dès 1839, avec M. Cartier, mais alors en employant des burins; ce qui, tout en donnant un résultat plus parfait, évite les frais de modèle assez considérables dans le cas où on n'a pas besoin de plusieurs roues du même modèle.

Deux de ces machines à tailler les molettes ont été envoyées à la dernière Exposition de Londres, l'une par M. Whitworth, l'autre par MM. Fairbairn et Cie, de Leeds. Cette dernière a été achetée par M. A. Morin pour le Conservatoire des arts et métiers.

Voici la description que M. Tresca en donne dans les *Annales :*

« Le bâti de cette machine est une sorte de boîte en fonte de $0^m,12$ de hauteur, et dont les dimensions horizontales sont de $0^m,70$ sur $0^m,60$. Vers l'un des bords de cette boîte se trouve une poupée de tour pouvant glisser, dans deux sens rectangulaires, par l'action de vis fonctionnant au moyen de petits volants; cette poupée sert de support à un arbre horizontal, court et robuste, sur lequel se trouve calée une poulie dont la jante est percée de trous, suivant cinq divisions différentes; un poin-

teau, maintenu par un ressort, sert à assurer la position de cette poulie pendant la rotation. C'est aussi sur le même arbre, mais à son extrémité, que la molette à tailler est solidement fixée au moyen d'un écrou; elle reste absolument immobile pendant le travail, et ne se déplace autour de son axe que lorsqu'on veut passer d'une dent à l'autre.

« La fraise qui doit tailler la molette est montée sur un arbre vertical, auquel un mouvement rapide de rotation est donné au moyen d'une corde sans fin, passant sur une poulie horizontale, et d'une transmission supplémentaire par engrenage.

« On voit, par cette description, que, si l'on pouvait, pendant qu'il effectue son mouvement de rotation, déplacer l'arbre de la fraise suivant un profil déterminé, celle-ci taillerait dans la molette un biseau ayant sur toutes ses faces l'inclinaison des génératrices du cône, et les choses sont ainsi préparées que la saillie est d'environ 1 millimètre pour une hauteur de 10 millimètres.

« L'arbre vertical est maintenu dans une poupée verticale, mobile autour d'un axe distant de cet arbre de 10 centimètres environ, et il se prolonge par un appendice horizontal, à l'extrémité duquel il suffit d'imprimer, dans tous les sens, le déplacement correspondant à celui du profil à exécuter.

« A cet effet, un levier transversal est articulé à cette extrémité, et ce levier peut être manœuvré à la main par l'intermédiaire d'une vis horizontale, pouvant prendre diverses inclinaisons par rapport au levier lui-même. Ce levier porte, en outre, un petit buttoir destiné à glisser exactement sur le contour d'un patron ou *gabarit* saillant, reproduisant à une échelle plus grande la forme du profil.

« A l'aide d'une manette qu'il déplace de la main droite, l'ouvrier arrive bien vite à maintenir le buttoir au contact du patron, et à lui faire parcourir toutes les parties de son contour. Il est assuré dès lors que la fraise s'est déplacée de manière à tailler une dent, et il lui suffit d'opérer, de la même façon, pour la suivante, ce qui se fait avec une très-grande rapidité. »

La machine à tailler les molettes de M. Whitworth, destinée au même usage que celle de MM. Fairbairn et Cie, n'est pas plus volumineuse, et le mécanisme en est même un peu plus simple; elle est, du reste, construite sur le même principe que la machine à tailler les dents des roues d'engrenage que nous allons décrire, avec cette différence que les dimensions en sont proportionnellement moindres.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A TAILLER LES ROUES D'ENGRENAGE

REPRÉSENTÉE PL. 32.

La fig. 1 est une vue de face extérieure en élévation de la machine toute montée ;

La fig. 2 en est un plan général vu en dessus ;

La fig. 3, une vue par bout du côté des engrenages de rechange ;

La fig. 4, une section transversale faite par le milieu, suivant l'axe du mandrin destiné à recevoir la roue à tailler.

Ces quatre figures sont dessinées à l'échelle de 1/16e de l'exécution.

Les fig. 5 et 6 représentent, à une échelle double des précédentes, le porte-outil vu de face et en section verticale ;

Enfin, la fig. 7 est un détail en coupe du cadran-diviseur, et la fig. 8 celui de la fraise ou molette qui effectue le travail.

Dans cette machine, le mécanisme le plus important est celui du *porte-outil ;* mais avant d'en décrire les combinaisons, qui sont aussi simples qu'ingénieuses, nous devons commencer par faire connaître les dispositions du banc, de la poupée qui porte le mandrin, et celle de la transmission de mouvement adoptée pour opérer la division des dents de la roue soumise à l'action de l'outil.

Ensemble de la machine.—Comme on le voit à l'inspection des fig. 1 à 4, le banc en fonte A, semblable à celui des tours ordinaires, est, comme ceux-ci, supporté à ses deux extrémités par des pieds de même métal A′, qui reposent sur le sol, en présentant, pour plus de stabilité, une large semelle.

Le dessus de ce banc est dressé pour recevoir la poupée B et lui permettre de s'y déplacer dans le sens longitudinal, afin de l'éloigner ou de la rapprocher du porte-outil, suivant que le rayon de la roue à tailler est plus ou moins grand. A cet effet, une tige filetée B′ règne dans toute la longueur du banc, et traverse un écrou en bronze *a* (fig. 4) fixé à la poupée. C'est en faisant tourner cette tige au moyen d'une manivelle qu'il engage sur le carré *b*, qui la termine en dehors du bâti, que l'ouvrier produit, à sa volonté, le déplacement de la poupée ; puis il l'arrête solidement à la place déterminée qu'elle doit occuper, au moyen des deux écrous *b′*, qui serrent deux étriers en fer *a′* contre les bords intérieurs du banc.

La poupée reçoit l'arbre creux en fonte C, alésé intérieurement pour le passage du mandrin C′, à l'extrémité duquel se monte la roue à tailler (indiquée en traits ponctués, fig. 1 et 2), laquelle y est bien centrée et arrêtée solidement au moyen de bagues serrées par le fort écrou *c*, en même temps que des boulons d'attache la relient au plateau D fixé au bout de l'arbre creux C, lequel est venu de fonte à cet effet avec une col-

lerette qui lui sert aussi d'embase de ce côté en s'appuyant contre la poupée, ainsi qu'on le voit sur la section fig. 4.

L'autre extrémité de l'arbre creux est munie de la grande roue D′, dont le moyeu, serré à l'aide de l'écrou *c′*, se vissant sur le bout du mandrin, sert de seconde embase du côté opposé à la première; l'arbre se trouve ainsi maintenu parfaitement entre les deux bras de la poupée; on est assuré de la sorte qu'il ne peut se déplacer dans le sens de son axe.

Chaque fois qu'une dent est taillée, il faut naturellement, pour passer à la dent suivante, faire tourner la roue, et, par suite, l'arbre du mandrin d'une quantité correspondante à une division. Ce mouvement est communiqué à la main par la manivelle E, fixée à l'un des bouts de l'arbre horizontal F, qui règne sur toute la longueur du banc pour recevoir à son autre extrémité la roue F′, laquelle, au moyen du pignon *f*, commande la roue G′ fixée à l'arbre G. Celui-ci est rainé sur toute sa longueur, afin de permettre à la double vis *g*, qui porte la clavette destinée à la rendre solidaire de cet arbre, de toujours rester engrenée dans les dents de la grande roue D′ fixée sur l'arbre du mandrin, quelle que soit d'ailleurs la place que cette dernière occupe sur le banc.

Pour que le déplacement de la double vis *g* sur son arbre se produise sans difficulté avec la roue, elle est rendue solidaire avec elle au moyen du support-guide *g′*, boulonné sur un appendice B^2 venu de fonte à cet effet avec la poupée.

C'est pour corriger le jeu quand l'usure se produit dans la denture, que le constructeur a disposé la vis sans fin *g* en deux pièces, lesquelles peuvent se rapprocher l'une de l'autre en faisant tourner la partie filetée qui sert à leur ajustement dans les têtes de la petite poupée *g′*.

C'est en changeant, comme on sait, les roues F′ et G′, de façon à modifier les rapports qui existent entre elles, que l'on obtient les divisions multiples nécessaires aux dentures les plus diverses que l'on doit pouvoir tailler sur la machine.

Pour rendre ce changement des engrenages aussi facile que possible, le support H de la roue G′ et de son pignon *f* est muni de coulisses circulaires (fig. 3) qui permettent de lui faire prendre des inclinaisons diverses, et,en même temps, une coulisse droite donne la faculté de placer le pignon intermédiaire bien exactement, pour que ses dents engrènent avec les deux roues de transmission.

Afin d'avoir moins à multiplier les engrenages de rechange, la manivelle E est montée à charnière sur l'arbre F (voyez le détail fig. 7), de façon à pouvoir s'enclencher dans l'une ou l'autre des quatre dents d'arrêt ménagées sur le bord du cadran E′ fixé contre le banc, ce qui a pour effet d'indiquer avec exactitude les quarts de tour faits par la manivelle, et, par suite, dispense d'engrenages spéciaux pour les nombres de dents multiples de deux ou de quatre.

C'est en appuyant sur la poignée de la manivelle que l'on soulève son extrémité ou doigt qui pénètre dans l'échancrure du cadran ; puis, la faisant tourner, c'est lorsque ce doigt se trouve en face d'un autre cran que l'on cesse la pression, afin que le petit ressort à boudin logé dans la pièce articulée *e* (fig. 7) puisse, en soulevant la manivelle, maintenir l'arrêt dans le cran du cadran.

DISPOSITION DU PORTE-OUTIL.

La pièce principale de cette machine est, comme nous l'avons dit, le porte-outil, qui doit être animé de divers mouvements afin de satisfaire aux conditions multiples nécessaires pour tailler les roues à dents droites, coniques ou inclinées. Ces mouvements sont au nombre de cinq, savoir :

1° Le mouvement de rotation pour que l'outil, qui n'est autre que la fraise ou molette M (fig. 5, 6 et 8) ayant pour section la forme à donner à la dent, puisse couper facilement;

2° Le mouvement de translation de cette molette dans le sens horizontal, parallèlement à l'axe du mandrin qui porte la roue à tailler lorsque celle-ci est une roue droite;

3° Le mouvement de translation dans le sens de l'inclinaison à donner aux dents des roues d'angle;

4° Le mouvement oblique de la molette pour tailler des roues à dents inclinées quelconques;

5° Enfin, le mouvement vertical de cet outil pour bien régler sa position avant de commencer.

Les quatre premiers mouvements sont automatiques, en ce sens qu'il suffit de mettre l'arbre de la fraise en marche une fois la position des pièces réglée pour le travail à produire, et l'ouvrier n'a plus d'autre soin à apporter que de tourner la manivelle E d'une division chaque fois qu'une dent est taillée, puis de ramener le chariot de la fraise pour que celle-ci puisse s'engager dans la partie pleine présentée de nouveau à son action.

Ce porte-outil se compose, d'abord, d'un premier support H, fondu avec un large patin qui se fixe sur la tablette A^2, venue de fonte comme appendice avec le banc A de la machine. Des coulisses droites sont pratiquées dans cette tablette pour recevoir les boulons d'attache dont les têtes, taillées à queue d'hironde, s'engagent dans une rainure de forme correspondante *h* (fig. 2 et 6) ménagée sous le patin du support.

La forme circulaire de cette rainure permet, quand les boulons sont desserrés, de tourner ce support et de le placer suivant l'angle déterminé par celui des dents à tailler, quand ce sont celles, par exemple, d'une roue conique. Une fois la position du support bien arrêtée, on resserre les

boulons de la couronne, ainsi que celui du centre *h'*, plus fort que les premiers.

Sur la face verticale bien dressée de ce support est ajustée la plaque à coulisse I, taillée à queue d'hironde pour recevoir le chariot J, qui est le porte-outil proprement dit. Celui-ci est fondu, à cet effet, avec deux bras entre lesquels tourne l'arbre K, garni de la fraise M.

Cet arbre, maintenu entre deux collets par le coussinet en bronze *j* du bras supérieur, est terminé par un pivot qui tourne sur la tête de la vis en acier *j'*, dont on peut régler bien exactement la hauteur au moyen des deux écrous montés sur le bras inférieur du chariot.

Comme il faut que la position de la fraise, par rapport à la roue à tailler, soit bien déterminée avant de commencer le travail, la hauteur de la plaque à coulisse I du chariot J peut être réglée d'une façon très-exacte sur son support, à l'aide de la vis *i* (fig. 6), qui traverse la pièce en fonte I', ajustée dans une ouverture rectangulaire ménagée dans l'épaisseur dudit support, et à laquelle la plaque à coulisse est reliée au moyen des deux vis *i'*.

Pour tailler les roues à dents inclinées, celles qui sont commandées par des vis sans fin par exemple, il est nécessaire de placer et de faire travailler la molette dans une position oblique. Ce résultat est obtenu en inclinant la plaque à coulisse I sur son support qui, à cet effet, en outre des deux vis *i'* qui peuvent glisser dans des coulisses circulaires pratiquées dans la pièce I', possède deux boulons d'attache *k*, engagés également dans des coulisses; les unes, verticales, sont pratiquées dans le support pour permettre le déplacement dans ce sens; les autres, circulaires, dans la plaque même, donnant à celle-ci la faculté de s'incliner suivant tel angle que l'on juge nécessaire.

On voit donc que, par la disposition de ce porte-outil, on peut à volonté, comme nous l'avons dit, placer la fraise dans des directions différentes :

Soit pour couper dans un plan parallèle à l'axe de la roue à tailler, c'est le cas des roues droites;

Soit en faisant tourner le support H sur la tablette A^2 du banc, et le diriger suivant un angle quelconque par rapport à l'axe, ce qui permet de faire les roues d'angle;

Soit, enfin, en inclinant le chariot sur l'horizon au moyen de ses coulisses circulaires, pour rendre oblique le travail de la molette, c'est le cas des roues à dents inclinées.

Le porte-outil étant réglé pour l'une ou l'autre de ces trois positions, la molette reçoit, en outre de son mouvement circulaire continu, un déplacement latéral qui lui fait parcourir toute la largeur de la jante de la roue.

Le mouvement circulaire est transmis du moteur par une corde qui, au moyen des deux poulies-guides obliques L, le communique à la

poulie à gorge L′, fixée au sommet d'un axe vertical intermédiaire supporté par le renflement J′ venu de fonte avec le chariot J. Le moyeu de la poulie L′ est fondu avec le pignon *l*, qui commande la roue *m* fixée au sommet de l'arbre porte-fraise.

Quant au mouvement de déplacement latéral, qui se produit lentement à mesure que la fraise mord le métal, il est transmis par la vis sans fin *n*, qui, fixée sur l'arbre de la poulie motrice, engrène avec un pignon *n′*, prisonnier entre les branches de sa douille et claveté sur l'arbre horizontal N. Celui-ci, muni d'une rainure dans toute sa longueur pour tenir la clavette du pignon engagée quel que soit l'éloignement du chariot, est muni à son extrémité arrière d'un pignon droit *o*, qui engrène avec la roue O, dont le moyeu est claveté sur le bout de la vis P, laquelle, en tournant, fait mouvoir le chariot porte-outil le long de la plaque à coulisse I. A cet effet, un écrou *p* (fig. 6), traversé par la vis, est fixé au chariot.

Après qu'une dent a été taillée sur toute la largeur de la jante de la roue, comme nous venons de l'expliquer par le déplacement lent et continu de la fraise, il faut faire revenir celle-ci à son point de depart, afin qu'elle puisse recommencer le même travail pour une dent suivante. L'ouvrier, après avoir fait tourner, à l'aide de la manivelle E du cadran diviseur E′, la roue d'une division, commence par faire glisser sur son axe, vers la gauche (fig. 5), la roue O au moyen de la manette R (fig. 2 et 6), terminée par une fourche dont les deux goujons *r* pénètrent dans la gorge du moyeu de ladite roue; il la dégage ainsi des dents de son pignon *o*, ce qui lui permet de faire tourner rapidement la vis P en sens inverse; il fait usage pour cela de la manivelle R′ (fig. 2 et 3) qui se monte sur le carré *p′* (fig. 5), ménagé à l'extrémité de cette vis, du côté opposé à celui qui reçoit la roue.

Enfin, quand la fraise se trouve ramenée à son point de départ, il remet les choses dans leur état primitif, en embrayant par le même moyen la roue avec son pignon.

Telles sont les dispositions spéciales de cette machine, qui, comme on a pu s'en rendre compte, est relativement très-simple pour le travail de précision assez complexe qu'elle exécute, puisqu'elle peut tailler des roues droites, coniques ou à denture oblique, depuis 3 mètres jusqu'au diamètre le plus réduit des pignons.

Dans ce cas, on peut obtenir une assez grande économie de temps, en en plaçant plusieurs les uns à la suite des autres sur l'arbre horizontal, l'amplitude du mouvement du chariot porte-fraise étant assez grande pour les tailler tous à la fois, comme s'ils ne formaient qu'un seul manchon à denter.

APPAREILS DE LEVAGE A CHAINE GALLE

GRANDE GRUE DE FONDERIE

DE VINGT-DEUX TONNES

ÉTABLIE A L'ARSENAL MARITIME DE BREST

Par M. C. NEUSTADT, ingénieur à Paris.

(PLANCHE 33.)

Après avoir publié dans ce volume, pl. 2 et 15, divers appareils de levage construits par M. Neustadt et basés sur son système à chaîne Galle, il nous reste à faire connaître sa belle et grande grue de fonderie, d'une puissance de 22 tonnes, dont cet habile ingénieur a fait établir quatre spécimens aux ateliers de l'arsenal maritime de Brest.

C'est pour la première fois, dans le cours de ce Recueil, que nous trouvons l'occasion d'entretenir nos lecteurs de cet appareil que l'on désigne, parmi les nombreux engins d'atelier, par *grue de fonderie;* il est vrai qu'en principe une grue de fonderie ne diffère pas notablement des instruments de levage du même genre que nous avons déjà publiés; nous n'y reconnaissions jusqu'alors, en effet, aucune particularité ou nouveauté qui méritât une mention spéciale.

Mais par l'heureuse application faite par M. Neustadt, de la chaîne Galle aux appareils de levage en général et par conséquent aux grues de fonderie en particulier, et aussi par des dispositions nouvelles au double point de vue de la manœuvre et de la construction, ces dernières acquièrent pour nous l'importance des outils les plus perfectionnés, dignes de l'attention des personnes attachées à l'étude de la mécanique pratique.

Nous saisissons donc cette occasion pour combler ce qui était, après tout, une lacune dans notre grande collection ; et nous rappellerons, en peu de mots à ce sujet, les points caractéristiques par lesquels une grue spécialement appliquée à une fonderie, et surtout à une *moulerie,* se distingue de celles employées à d'autres usages.

Une fonderie peut effectivement posséder une grue ordinaire, établie dans la cour de l'usine pour la sortie ou l'entrée des pièces et leur chargement ou déchargement ; une telle grue ne diffère pas des systèmes généraux, soit à pivot dans le sol, soit en portique, comme celle représentée planche 15, etc. Mais il n'en est pas de même de celles qui sont affectées au service des ateliers et qui doivent remplir certaines conditions spéciales que nous allons rappeler.

Les grues de moulerie sont employées à la manœuvre des châssis ou parties de moules en sable, au transport des poches des fourneaux aux moules pour la coulée, et, enfin, à la sortie du sable des pièces coulées.

Pour ces diverses opérations il est nécessaire d'abord que l'ensemble des grues de la même halle correspondent entre elles, afin qu'il existe une communication, sans lacune, entre tous les points de l'atelier et les fourneaux, permettant le transport des poches en tel point que se trouve placé le moule ; elles doivent donc pouvoir pivoter sur elles-mêmes avec facilité. De plus, par l'obligation d'atteindre en divers points qui n'ont aucun rapport fixe avec la portée, c'est-à-dire avec la distance du pivot à l'extrémité de la flèche, et, d'ailleurs, pour opérer la levée ou la descente des charges au-dessus d'un point déterminé, lorsqu'on ajuste les châssis les uns sur les autres ou lorsqu'on amène les poches à l'orifice réservé pour la coulée, pour ces manœuvres précises enfin, une telle grue doit être pourvue d'une *direction*, c'est-à-dire d'un moyen de rendre la portée *variable*, en modifiant à volonté la distance du pivot au crochet d'enlevage.

Ce mécanisme de direction, qui consiste en un chariot mobile sur la flèche, conduit naturellement à rendre cette flèche horizontale, et pour réunir cette condition au pivotage de la grue sur elle-même, il y a intérêt à munir la grue de deux pivots, l'un à la partie inférieure, s'appuyant sur le sol, et l'autre à la partie supérieure, ayant pour point d'appui une charpente spéciale ou celle même du bâtiment de l'atelier.

Les grues de moulerie se distinguent donc par leur mouvement de direction, par leurs deux pivots et par une grande portée. Elles sont ordinairement construites en bois et pourvues de cordes en chanvre ; mais le métal serait préférable pour des ateliers où les causes d'incendie sont fréquentes, de plus le bois se dessèche et les assemblages se détériorent rapidement; quant aux cordes, elles devraient être absolument exclues pour les grues employées au transport des poches remplies de fonte en fusion dont l'énergique action rayonnante est suffisante pour les détériorer, en amener inopinément la rupture et donner lieu aux plus graves accidents. La chaîne ordinaire à maillons soudés offre encore moins de sécurité, elle casse *sans prévenir*, c'est-à-dire qu'on ne peut s'apercevoir, comme avec la corde, qu'elle est arrivée au moment où elle ne peut plus résister à la charge; aussi, peu d'usines ont osé l'employer.

La grue que nous allons décrire est à l'abri de semblables reproches, puisqu'elle est entièrement en tôle, fer forgé et fonte, et à chaîne de Galle. Elle est de plus d'une construction très-soignée, et elle comporte des dispositions nouvelles, très-importantes au point de vue du fonctionnement, dispositions pour lesquelles M. Neustadt est breveté et que nous allons faire connaître.

ENSEMBLE DE LA CONSTRUCTION DE LA GRUE

REPRÉSENTÉE PLANCHE 33.

La figure 1re en est une élévation de face, en coupe longitudinale;

La figure 2 en est une vue extérieure de côté, regardée du côté du mécanisme de commande;

Les figures suivantes, sont des détails, à une plus grande échelle, de toutes les parties principales du mécanisme.

Faisons remarquer tout d'abord que cette grue est *complétement en tôle* et que, pour les fonderies, elle est peut-être la première exécutée en France. On a fait des grues en fonte mais ce métal résiste mal à la flexion et son poids, à résistance égale, est considérable; aussi l'emploi de la tôle dans ce cas a pour résultat immédiat de donner une grande légèreté dans le poids de l'appareil lui-même, ce qui est très-important au point de vue de sa manœuvre, surtout lorsqu'il s'agit d'une grue aussi puissante que celle de Brest. Le poids d'un appareil semblable en fonte avec tambour, engrenage, etc., pour chaîne ordinaire eût été énorme, tandis que construit en tôle avec la noix de la chaîne Galle, ce type de grue ne pèse que 22,000 kilog., et cependant le crochet peut, au besoin, descendre à 4 mètres en contre-bas du sol.

Comme la plupart des engins appliqués au même service, cette grue se compose d'un bâti monté sur pivots et qui reçoit le mécanisme de trois mouvements ou fonctions distinctes, savoir :

1° Le mécanisme du treuil ou de la *levée* de la charge;

2° Le mécanisme d'*orientation*, c'est-à-dire celui à l'aide duquel on fait tourner la grue sur son pivot, soit pour amener le crochet d'enlevage au-dessus de la charge à soulever, soit pour amener cette charge, suspendue à la grue, au-dessus du point où elle doit être déposée;

3° Enfin le mécanisme de *direction* qui sert à déplacer le crochet d'enlevage, à vide ou sous charge, dans le sens même de la flèche de la grue, c'est-à-dire en l'éloignant ou en l'approchant du pivot.

Le bâti de cette grue est formé de deux flasques A, en tôle, qui sont composées chacune d'un panneau bordé sur les rives d'une plate-bande qui s'y trouve fixée, de chaque côté, au moyen d'une cornière d'angle rivée; à l'intersection de la flèche et de l'écharpe cette plate-bande est triplée dans les arrondis, et le panneau est lui même renforcé de deux plaques rivées, ainsi qu'aux autres points d'intersection. Indépendamment des entretoises *a*, ces deux flasques sont reliées par trois pièces

de fonte, les sabots B et C, où sont placés les pivots, et le bec D (fig. 1, 11 et 12) monté à l'extrémité des longrines qui forment la flèche.

L'ensemble de la grue est maintenu exclusivement par deux pivots *b* et *c*, l'un s'appuyant sur une crapaudine E, incrustée dans le massif en maçonnerie établi dans le sol de l'usine, et l'autre guidé par un boîtard réservé au centre d'une forte couronne en fonte F, qui constitue le centre d'un puissant croisillon en tôle G relié aux murs de l'atelier.

Ainsi que dans les autres appareils de M. Neustadt, le mécanisme de levée a pour organe principal une chaîne Galle H, passant sur un certain nombre de poulies, puis sur un pignon I, qui occupe la place du tambour des appareils à chaînes ordinaires; de ce pignon la chaîne s'élève verticalement pour devenir horizontale en passant sur la poulie de renvoi *d*; elle engrène de même avec les poulies *e* du chariot, en se moulant sur la poulie *f*, du crochet d'enlevage J, et se rattache enfin à l'avant-bec D de la flèche. D'autre part, on remarque que, conformément au système, la chaîne, ne s'enroulant point sur un treuil, vient s'emmagasiner dans une caisse en tôle K réservée entre les flasques.

Résumant en quelques mots ce qui constitue le mécanisme de levée, nous rappelons que le mouvement de la chaîne H résulte de son engrènement avec le pignon I, dont l'axe *g* est armé des deux roues droites L, recevant leur commande de l'arbre à manivelle M par l'intermédiaire d'un axe *h*, à vitesse variable, et qui porte aussi la poulie du frein. Dans le mouvement de levée, la chaîne est appelée de haut en bas par le pignon moteur I, et, passant sur la poulie de renvoi *i*, se dépose dans la caisse K dont elle s'écoule, au contraire, dans l'opération inverse.

Le mécanisme de levée a nécessairement une relation immédiate avec la *direction* dont nous allons maintenant nous occuper. On sait, d'ailleurs, que cette fonction est obtenue en rendant la suspension du crochet d'enlevage, dépendante d'un chariot qui est disposé pour se déplacer à volonté sur la flèche de la grue.

Ce chariot N, dont nous examinons plus loin la construction en détail, repose, par quatre galets *j* (fig. 1 et 10), sur des rails en fer *r* montés sur la volée; il est inséré dans l'un des brins d'une chaîne sans fin O engrenant avec deux pignons fixes *k* et *k'* dont l'un porte, par son axe, une roue à vis sans fin *l* (fig. 1, 15 et 16) commandée par une vis *l'* appartenant à un arbre vertical l^2, que l'on peut mettre en mouvement, du bas, à l'aide d'une roue à poignée l^3 et d'un retour d'angle.

On comprend facilement que lorsqu'on met la chaîne du chariot en mouvement, ce chariot se déplace en entraînant les deux poulies *e*, qui sont en prise avec la chaîne principale H, et sont nécessairement forcées de tourner sur eux-mêmes dans leur mouvement de translation ; mais cette chaîne étant absolument fixe, puisque son extrémité est invariablement rattachée à l'avant-bec D, la boucle se déplace comme le chariot, *sans changer de longueur*, c'est-à-dire sans que le crochet ne s'élève ni

ne s'abaisse, tant que l'on ne fait pas agir le treuil; ceci constitue le mérite de cette disposition, car dans certaines grues dont la corde ou la chaîne va directement et obliquement du chariot au treuil élévatoire, la charge monte ou descend dans le mouvement de direction, à moins qu'on ne rectifie l'élévation en agissant en même temps sur ce treuil.

Il nous reste à décrire, comme ensemble, le mécanisme d'*orientation*, qui permet de faire tourner la grue sur elle-même. Cette fonction ne s'effectue ordinairement que par une traction à bras. Quant aux quelques appareils qui s'orientent mécaniquement, leur crémaillère est placée au pied de la grue, sur le sol, où elle est bientôt recouverte de poussière et où elle gêne complétement les ouvriers.

Dans l'appareil actuel, l'orientation est fixée à la charpente de contreventement, c'est-à-dire à la partie supérieure et par conséquent à l'abri de la poussière; ne pouvant ainsi gêner en aucune manière les hommes qui manœuvrent la grue. Le mécanisme d'engrenages disposé à cet effet a pour point fixe une couronne à denture intérieure F′ exactement concentrique au pivot c, et réunie avec la rosace centrale F du croisillon G; avec cette couronne engrène un pignon m dont l'axe porte une roue m' en prise avec un pignon m^2 qui appartient, ainsi que la roue m^3, à un petit axe intermédiaire; cette roue m^3 est en rapport avec un dernier pignon m^4, lequel, enfin, est monté sur un arbre de transmission P qui règne dans toute la hauteur de la grue.

Si l'on note que tout ce mécanisme est entièrement solidaire de la grue, tandis que la couronne F′ en est au contraire indépendante et complétement fixe comme le croisillon sur lequel elle est assujettie, on comprendra qu'en faisant tourner l'arbre P on transmet au pignon m, par l'intermédiaire des autres roues et pignons m^3, m^2 et m', un mouvement de rotation sur lui-même qu'il ne peut effectuer qu'en se déplaçant sur la circonférence de la couronne fixe F′; par conséquent, la grue suit le pignon m dans son déplacement en tournant d'après le centre d'un cercle dont ce pignon décrit la circonférence.

Il suffit donc, pour faire tourner la grue, de mettre en mouvement l'arbre de transmission P, ce qui se fait aisément en agissant à la main sur un axe monté à la partie inférieure du bâti, qui porte les volants P′ et communique avec l'arbre P à l'aide d'une paire de roues d'angle.

DÉTAILS DE CONSTRUCTION.

La poussière permanente qui règne dans les fonderies s'introduit dans les crapaudines des pivots et ceux-ci ne tardent pas à gripper sur leur grain d'acier, aussi il est rare que les grues s'orientent bien. Or, on n'a pas de moyen de démonter facilement ces pivots et grains pour les nettoyer, les graisser, les réparer au besoin, ce qui oblige de mettre par terre toute la grue.

N. Neustadt a prévu et paré cet inconvénient dans les grues de Brest; les pivots et les grains peuvent être retirés à volonté, et cela sans démontage de l'appareil ni sans le secours d'aucun échafaudage ni engin pour étayer la grue ou sa charpente de contreventement. Les dispositions adoptées pour atteindre cet important résultat sont les suivantes :

Boitard du pivot supérieur. — Fig. 3 à 7. — La rosace en fonte F, dans laquelle est ajusté le boîtard du pivot *c*, est une couronne à jour, fortement nervée et fondue avec quatre amorces rectangulaires pour s'assembler avec les poutres en tôle G, qui forment croisillon et vont se relier avec les murailles de l'atelier. De plus, cette rosace est rattachée avec le bâtiment par quatre tirants en fer rond *n*, qui sont assemblés avec des boulons à chapes *n'*, traversant la rosace et le corps du boîtard.

Ce boîtard F^2 est en effet ajusté cylindriquement avec la rosace à laquelle il est réuni d'abord par ces quatre boulons *n'*, et ensuite par deux brides circulaires n^2, en fonte, qui rassemblent à la fois, au moyen de nombreux boulons, la rosace F, le boîtard F^2 et les quatre poutres métalliques G. La partie centrale, formant le boîtard proprement dit, est son véritable moyeu relié à la couronne par un croisillon et huit nervures; l'ouverture centrale qui est carrée, est occupée par la crapaudine en fer *p*, dont le centrage peut être réglé au moyen de quatre clavettes à vis *p'*, et dont la partie supérieure forme un godet graisseur.

Nous avons dit que la partie supérieure du bâti de la grue est armée d'une pièce en fonte C (fig. 3, 6 et 7), en forme de coupe garnie au centre d'un manchon en fer *c'* dans lequel le pivot *c* est taraudé; c'est ce manchon qui vient pénétrer dans la crapaudine, tandis que le pivot, que l'on peut monter ou descendre à volonté pour en régler la hauteur, à la faveur du pas de vis, fonctionne surtout comme support de la rosace F et de tout son équipage.

Les soins minutieux apportés à cette construction, et la précision des moyens ménagés pour maintenir avec beaucoup d'exactitude le rapport de la partie fixe avec la partie mobile, sont d'ailleurs pleinement justifiés par l'obligation de conserver l'aplomb de la grue et, en bon état de fonctionnement, l'engrènement du pignon *m* et de la couronne à denture intérieure F', duquel dépend le mouvement d'orientation.

Mécanisme d'orientation. — L'ensemble de ce mécanisme, qui comprend les pignons *m* à m^4 et leurs deux axes, est établi sur une console en fonte C', à quatre collets, fig. 3 et 6, boulonnée sur le côté de l'arbre de la grue, et qui sert également de support à l'axe de la poulie à chaîne *d*, l'une de celles appartenant au mouvement de direction. Quant à ce qui concerne l'orientation, il nous reste à faire remarquer que l'axe des pignons *m* et *m'*, qui forme comme le prolongement de l'arbre de transmission P, en est tout à fait indépendant; il a, en effet, pour support-crapaudine, un gobelet ajusté à l'extrémité de cet arbre qui est formé d'un tube en fer creux garni, aux deux extrémités, de parties pleines

assemblées au moyen de clavettes. Le pignon m^4 étant monté sur l'extérieur de ce tube, il se meut donc comme l'arbre P, qui reste ainsi indépendant du bout d'axe des roues m et m', et ne leur transmet le mouvement que par l'axe intermédiaire portant les roues m^2 et m^3.

Assemblage du pivot inférieur, fig. 8 et 9. — Excepté le moyen particulier de centrage, qui n'existe pas pour le pivot inférieur b, sa disposition présente beaucoup d'analogie avec celui supérieur; comme lui il est disposé pour pouvoir se démonter et rendre la visite du grain facile; il est également monté à vis dans un manchon en fer b', qui est claveté dans le sabot en fonte B, et pénètre cylindriquement dans le centre de la pièce E formant crapaudine. C'est, en effet, à ce manchon qu'est particulièrement confiée la mission de résister aux efforts latéraux qui atteignent, sous charge, une très-grande intensité, et auquel il répond par son grand diamètre, tandis que le pivot proprement dit b conserve une finesse favorable à la réduction de la résistance par le frottement dans le mouvement circulaire. Un petit graisseur b^2 permet facilement de lubrifier ce frottement; la crapaudine est d'ailleurs, ainsi qu'on le voit, entièrement recouverte par la pièce B qui la protége contre l'envahissement des sables dont le sol est ordinairement chargé.

Mécanisme de direction. Fig. 10 à 16. — On a vu que ce mécanisme, dont la partie principale est installée sur la volée, consiste surtout dans un chariot N roulant sur deux rails en fer r. On voit que l'ensemble de ce chariot est composé de deux croisillons en fer rassemblés par une entretoise centrale, par les axes des poulies e et par ceux des galets j auxquels viennent se fixer les extrémités de la chaîne sans fin O. On remarque sur la figure 10 l'installation de deux des tourniquets s, qui sont aussi représentés en détail, fig. 13 et 14.

En décrivant les précédents appareils de M. Neustadt, nous avons expliqué que ces tourniquets ont simplement pour objet de servir de supports, par leurs branches, à la chaîne de levée dont la partie horizontale tend à prendre, hors de charge, et sous l'influence de son propre poids, une inflexion considérable; ce sont donc des supports mobiles qui doivent se laisser franchir par les brins verticaux de cette chaîne et par les poulies e, dans le mouvement de translation du chariot N.

Les figures 11 et 12 représentent, en coupes verticale et horizontale, l'avant-bec D, de la volée, et qui offre surtout, comme particularité, le montage du pignon k' de la chaîne du chariot et la disposition du point d'attache fixe de la chaîne de levée. On voit que ce point d'attache est constitué par un fort boulon t, dont la portée, entre ses points d'appui, a été aussi réduite que possible, à la faveur de deux canons creux réservés à la pièce D, et par lesquels on introduit ce boulon.

Enfin les figures 15 et 16 représentent l'installation, sur la volée, du support sur lequel est monté l'axe du pignon moteur k de la chaîne de direction, et de la roue à vis sans fin l par laquelle la direction est com-

mandée; de ce même support dépend évidemment le collet supérieur de l'arbre de transmission l^2.

Il suffira de cette description et de notre dessin pour comprendre le fonctionnement complet de ce puissant engin, et pour apprécier le haut degré de perfection de tous ses détails.

DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE.

Cet engin est aussi remarquable par son grand développement que par sa puissance qui répond, comme nous l'avons annoncé, à la levée d'une charge de 22 tonnes. Par la hauteur totale de la grue, qui est de 11m 250, du sol au croisillon supérieur, on en déduit que la hauteur d'élévation de la charge peut aller jusqu'à près de 9 mètres, à compter du sol de l'atelier. D'autre part, la flèche ayant 8 mètres de rayon, la course du chariot de direction peut atteindre 5 mètres.

TABLE DES ROUES ET PIGNONS DE TRANSMISSION

QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DU MÉCANISME DE LA GRUE.

MÉCANISME D'ÉLÉVATION.						NOMBRE DE TOURS (celui de la commande étant l'unité).	
DÉSIGNATION DES ORGANES.	Diamètre primitif.	Nombre de dents.	Pas.	Epaisseur des dents.	Largeur des dents.	Petite vitesse.	Grande vitesse.
Arbre à manivelles.	mètres		mètres	mètres	mètres	tours.	tours.
Pignon de la petite vitesse	0.083	8	0.032	0.014	0.065	1.000	1.000
id. de la grande vitesse	0.241	25	0.030	0.014	0.065	1.000	1.000
Arbre intermédiaire.							
Roue de la petite vitesse	0.611	60	0.032	0.016	0.060	0.133	»
id. de la grande vitesse	0.452	47	0.030	0.014	0.060	»	0.532
Pignons des roues intérieures	0.181	11	0.051	0.024	0.105	0.133	0.532
Roues intérieures I	1.396	86	0.051	0.024	0.110	0.01705	0.068
Pignon-moteur I	0.231	9	0.079	»	»	0.01705	0.068
MÉCANISME D'ORIENTATION.						Vitesse unique.	
Pigon d'angle sur l'axe horizontal	0.306	32	0.030	0.014	0.065	1	
Pignon d'angle sur l'axe vertical	0.382	40	0.030	0.014	0.065	0.8	
Pignon droit, m^4	0.221	22	0.031	0.015	0.075	0.8	
— m^3	0.401	40	0.031	0.015	0.075	0.41	
— m^2	0.190	14	0.042	0.015	0.095	0.41	
— m'	0.432	32	0.042	0.020	0.095	0.1925	
— m	0.134	6	0.070	0.030	0.105	0.1925	
Couronne intérieure F'	1.766	79	0.070	0.034	0.125	0.01462	

Pour l'évaluation du rapport entre les efforts à exercer pour l'évaluation de la charge, ou pour l'orientation, nous avons dressé la table ci-contre, qui est le répertoire exact des roues et des pignons qui composent les mécanismes de levée et d'orientation, avec toutes leurs dimensions et les vitesses relatives des axes auxquels ils appartiennent, celle du premier axe de commande étant l'unité.

Cette table indiquant que pour 1 tour de l'arbre à manivelles, l'axe du pignon-moteur fait 0^t, 01705, avec la disposition de la petite vitesse qui répond au maximum de puissance, et 0^t, 068 pour la grande vitesse que l'on admet pour les charges inférieures, il est aisé d'en déduire le rapport des efforts, dans ces deux circonstances.

Sous la charge de 22 tonnes, la tension de la chaîne Galle est de 11 tonnes, puisqu'elle est mouflée. L'effort à exercer théoriquement sur les manivelles, pour faire équilibre à cette tension, est évidemment en raison inverse des chemins parcourus à l'unité de temps, par ces manivelles et par un brin simple de la chaîne Galle.

Or les manivelles ayant $0^m 450$ de rayon décrivent un cercle de $0^m 900$ de diamètre, et le pignon-moteur I, qui commande la chaîne, porte $0^m 231$ de diamètre; les vitesses rotatives des axes correspondants étant 1 : 0,01705, pour le plus grand effort à produire, il s'ensuit que les chemins parcourus cherchés sont dans le rapport suivant :

$$\frac{1}{0{,}01705} \times \frac{0{,}900}{0{,}231} = 228{,}51.$$

Par conséquent, les hommes appliqués aux manivelles devraient y développer théoriquement un effort total égal à :

$$\frac{11000^k}{228{,}51} = 48 \text{ kilogrammes.}$$

Comme pour la charge maxima de 22 tonnes on appliquera certainement, sur les manivelles, quatre hommes, qui sont bien capables de développer ensemble un effort d'au moins 60 à 70 kilogrammes, on voit que l'on possède un excédant de force suffisant pour surmonter les différentes résistances passives du mécanisme en plus de celle de la charge à soulever. La chaîne est également proportionnée en vue de cet excédant d'effort et répond à 12500 kilogrammes, tandis qu'elle n'est appelée à résister qu'à une charge utile de 11000.

Si maintenant nous considérons que la vitesse communiquée aux manivelles ne peut guère dépasser, dans cette circonstance, environ 20 tours par minute, on en déduit que la vitesse d'élévation de la charge :

$$\frac{20^t \times 0{,}01705 \times 3{,}1416 \times 0^m 231}{2} = 0^m 124 \text{ par minute.}$$

Quant aux résultats obtenus par la combinaison de la grande vitesse,

sans refaire les mêmes opérations, on voit de suite, à l'aide du tableau précédent, que la vitesse finale du pignon-moteur est 0,068 au lieu de 0,01705, c'est-à-dire 4 fois plus grande que pour l'élévation des plus fortes charges. Donc on pourrait, en employant encore quatre hommes, enlever le quart de 22 tonnes, soit 5,500 kilogr., mais avec une vitesse d'élévation quadruple, soit à raison d'environ $0^m 50$ par minute.

La même table nous permet de calculer avec facilité la vitesse relative suivant laquelle peut s'effectuer le mouvement d'orientation.

Puisque 1 tour de l'arbre des volants P′ répond à $0^t 01462$ de la couronne F′, ou autrement dit, à ce parcours circulaire du pignon m et de l'ensemble de la grue autour de son pivot, nous en concluons que, pour faire exécuter à cette grue un tour entier sur elle-même, il faudrait faire faire à l'arbre des volants P′ :

$$\frac{1}{0,01462} = 68^t 4.$$

Il est clair qu'on ne fait jamais faire un tour complet à une grue, et que la plus grande évolution nécessaire n'est que d'un demi-tour ; encore est-ce assez rare dans les manœuvres ordinaires d'une fonderie.

Il nous reste à dire quelques mots du mécanisme de direction qui ne comprend que peu de mobiles et que le tableau précédent ne mentionne pas. La transmission est, en effet, limitée à deux roues d'angle d'égal diamètre et à une roue à vis sans fin qui porte 26 dents. Par conséquent, la vis étant à un seul filet, il faut 26 tours du volant à main l^3 pour faire faire 1 tour aux pignons k et k' sur lesquels est montée la chaîne O.

Le diamètre primitif de ces pignons étant de $0^m 165$, dont la circonférence égale $0^m 518$, le chariot se déplace d'autant par chaque tour qu'on leur fait faire ; si nous admettons que l'on agisse sur la transmission à raison d'une vitesse d'une vingtaine de tours par minute pour l'arbre l^3, on opérera donc le déplacement du chariot à raison d'une vitesse linéaire de :

$$\frac{0^m 518 \times 20}{26} = 0^m 398 \text{ par minute.}$$

Ajoutons, en terminant et pour compléter ce qui concerne le mécanisme de direction, que la chaîne O est proportionnée pour un effort de traction de 5,000 kilogrammes, ce qui représente environ 22 pour cent de la plus forte charge en y ajoutant le poids propre du chariot et les diverses résistances passives des organes en jeu dans la direction.

MOTEURS A VAPEUR

MACHINE A VAPEUR LOCOMOBILE

D'UNE PUISSANCE NOMINALE DE QUATORZE CHEVAUX

Par M. Isid. NILLUS jeune, constructeur mécanicien au Havre.

(PLANCHE 34.)

M. Isidore Nillus, de qui nous avons déjà publié des pompes d'épuisement d'un système tout particulier dans le XIIe volume de ce Recueil, s'est aussi appliqué dans ces dernières années à la construction des machines à vapeur fixes et portatives. Parmi ces dernières nous avons surtout remarqué son système de machine locomobile dans laquelle on retrouve la plupart des qualités, comme solidité et économie, que possèdent les bonnes machines fixes, et qu'il est beaucoup plus difficile de réunir dans les locomobiles ou même dans les machines dites simplement portatives ou demi-fixes.

Néanmoins il sera facile de reconnaître, par la description que nous allons en faire, que si cette machine est d'une exécution nécessairement un peu plus dispendieuse que certains autres systèmes ordinaires, elle n'est pas sensiblement plus volumineuse ni plus compliquée, mais, au contraire, elle jouit, au plus haut degré, des propriétés recherchées avant tout pour une bonne locomobile, c'est-à-dire une installation et une conduite faciles.

L'auteur a recherché, avant tout, à livrer aux industriels des machines dans les meilleurs conditions de sécurité, de durée et de consommation du combustible. Ainsi, il donne au générateur de grandes surfaces de chauffe, et il en isole, autant que possible, le mécanisme moteur, à toutes les parties duquel il donne également de larges proportions.

DESCRIPTION DE LA MACHINE LOCOMOBILE

REPRÉSENTÉE FIG. 1 A 5, PL. 34.

Ensemble de la construction. — La figure 1re représente cette locomobile, le générateur en coupe longitudinale et le mécanisme moteur en vue extérieure ; la figure 2 en est une vue extérieure de bout, à l'opposé du foyer, le fond du générateur démonté et le corps en coupe transversale; la figure 3 est une projection horizontale du mécanisme isolé du générateur ; la figure 4 est une section transversale partielle passant par l'axe du foyer et de l'arrière-train; la figure 5 est un détail du cylindre à vapeur représenté en section horizontale, mais augmenté d'une chemise ou enveloppe en fonte.

Afin de mieux faire comprendre les vues du constructeur en adoptant les combinaisons actuelles, nous résumerons en quelques mots les observations qu'il fait lui-même sur les inconvénients que présentent les dispositions ordinaires.

On sait que les dimensions, relativement exiguës, exigées pour les locomobiles, rendent difficile l'établissement d'un générateur auquel on puisse donner un foyer assez grand et des surfaces de chauffe suffisamment développées pour ne pas être conduit à accroître l'activité du feu dans des proportions qui finissent par devenir préjudiciables à l'économie du combustible et à la conservation du générateur lui-même.

M. Nillus dit aussi que, dans la superposition du mécanisme moteur et du générateur, on éprouve de sérieuses difficultés pour isoler convenablement ce mécanisme, le préserver des effets de la trop grande chaleur et pour lui donner toute la solidité nécessaire.

Pour répondre à la première objection relativement au développement de la surface de chauffe, ce mécanicien a admis, pour la construction du générateur, le mode usité dans les appareils de navigation dans lesquels, par un retour de flamme intérieur, la boîte à fumée se trouve ramenée du même côté que le foyer.

On voit, en effet, que le générateur est composé d'un corps horizontal cylindrique A, se raccordant avec un second corps vertical B dont la partie inférieure renferme le coffre du foyer au-dessus duquel il s'élève notablement pour constituer un vaste réservoir de vapeur.

Le foyer C, qui est circulaire et en tôle d'acier, se raccorde directement avec un bouilleur-foyer D, dont l'extrémité opposée débouche dans un carneau circulaire D′; la face de ce carneau forme plaque à tubes à laquelle sont effectivement virolés un certain nombre de tubes E débouchant, de l'autre bout, dans la boîte à fumée F. Cette boîte, qui offre à peu près la forme d'un trapèze, est jointe à la cheminée G qui traverse le réservoir de vapeur et débouche à sa partie supérieure.

L'ensemble du foyer, du bouilleur, des tubes et de la boîte à fumée

est entouré d'eau et constitue la surface de chauffe; la cheminée traversant le réservoir de vapeur la sèche et la réchauffe.

Il est remarquable que toute forme cubique est évitée afin d'éviter aussi l'emploi d'entretoises. Chaque partie intérieure est accessible pour le nettoyage à l'aide de tampons de visite ordinaires convenablement répartis; de plus le corps principal est clos, du côté opposé au foyer, à l'aide d'un fond mobile A′ fixé avec des boulons, et que l'on peut facilement démonter pour visiter cette partie du générateur.

Le mécanisme moteur, indépendamment de la disposition spéciale par laquelle l'auteur s'est attaché à l'isoler autant que possible du générateur, offre toutes les particularités par lesquelles se distinguent les machines les plus complètes et les plus perfectionnées.

Le bâti ou plaque H, dont toutes les autres pièces dépendent exclusivement, possède cette structure spécialement appropriée à ce genre de machine dont l'arbre moteur I ne peut avoir, ainsi qu'on le comprend, de support extérieur. Mais ici, en vue d'éviter tout porte-à-faux, cette plaque, que la figure 3 montre en projection horizontale, présente quatre paliers entre lesquels sont maintenus les divers organes accessoires du mécanisme. Enfin la disposition de la plaque se distingue encore par l'élévation des consoles en fonte J, par lesquelles elle s'appuie sur le corps de la chaudière, et dont elle se trouve ainsi assez éloignée pour n'en point ressentir la chaleur avec trop d'intensité.

Nous n'avons pas à entrer dans de grands détails sur l'ensemble de la machine; mais, nous nous arrêterons un instant sur la distribution qui possède l'agencement complet d'une détente variable.

Comme la figure 5 permet de le reconnaître, le mode de distribution admis est celui dit de Meyer dans lequel la boîte à vapeur N renferme un tiroir ordinaire *a*, percé de lumières et armé, au dos, de deux registres *b* montés sur une tige filetée à pas renversés. On sait que cette tige reçoit un mouvement alternatif d'un excentrique circulaire M′, monté près de celui M du tiroir, et qu'on modifie à volonté le degré d'admission à pleine vapeur en changeant la position des registres *b* sur leur tige commune; cette fonction s'opère, même en marche, en faisant tourner sur elle-même cette tige filetée qui est assemblée à rappel avec la crosse qui la rattache à la barre de l'excentrique, et porte, à cet effet, une tête à poignée *c* par laquelle on fait tourner cette tige avec la main.

Ajoutons que l'arbre porte, à l'opposé des deux excentriques de distribution, un troisième excentrique O qui commande la pompe alimentaire P, laquelle est, comme le reste, rattachée exclusivement à la plaque de fondation H; on remarque que la liaison du piston et de la tige de l'excentrique est effectuée au moyen d'une vis de pression *d* (fig. 4), qui permet le *déclanchement* lorsqu'on veut suspendre l'alimentation.

Enfin à côté se trouve la poulie Q commandant, par une courroie et une seconde poulie Q′, le régulateur de vitesse R, dont le bâti est fixé

directement sur les glissières de la tige du piston. L'arbre porte encore deux volants-poulies S et deux poulies T, d'un plus faible diamètre, suivant la vitesse à transmettre, etc.

Il nous reste à parler de la relation entre le générateur et le mécanisme moteur, tant au point de vue de la prise de vapeur et de son échappement qu'à celui de l'alimentation qui, dans cette locomobile, offre surtout de l'intérêt.

La vapeur est amenée dans la boîte du tiroir par un conduit *e* qui s'élève de cette boîte pour redescendre ensuite, par un arrondi d'un grand rayon, et vient aboutir à un robinet *f* appliqué directement sur le réservoir de vapeur, et en rapport exclusif avec un conduit élevé *f'* se terminant par une crépine. La place de ce robinet et la forme surélevée du conduit *e* sont ainsi combinées de façon à éviter tout entraînement d'eau ou le retour des vapeurs condensées dans la boîte de distribution.

L'échappement de la vapeur se fait, comme à l'ordinaire, par un canal en ceinture appartenant au cylindre moteur L, et qui se joint à un tuyau devant diriger cette vapeur dans la cheminée. Mais ici, ce canal aboutit d'abord à un corps cylindrique U placé au-dessous de la plaque, et qui fait fonction de *réchauffeur* pour l'eau d'alimentation. Dans ce récipient cylindrique circule et se replie un tuyau *g* dans lequel la pompe alimentaire refoule l'eau froide dans le générateur; par conséquent, la vapeur d'échappement l'enveloppe en parcourant le récipient U, et, après lui avoir abandonné une partie de sa chaleur, quitte ce récipient et s'écoule par le conduit extérieur *h* qui la dirige dans la cheminée.

Enfin cette machine est montée sur roues, comme il est nécessaire qu'elle le soit pour se déplacer facilement. Les deux grandes roues d'arrière V sont montées folles sur des fusées en fer *i* (fig. 4), forgées chacune avec une semelle rivée avec le coffre du foyer. Les petites roues V', formant avant-train tournant, sont montées de même aux extrémités d'une axe *j* qui est enfilé dans une douille en fonte *k*, à laquelle appartient le boulon d'assemblage des flèches d'attelage. Cette douille, qui doit fonctionner comme cheville ouvrière, porte, à cet effet, un goujon cylindrique qui s'ajuste dans un manchon en fonte *l*, boulonné avec une virole à bride, en tôle, *m*, rivée avec la chaudière.

On remarque que ces roues sont formées d'une couronne et d'un moyeu en fonte reliés, au moment de la coulée, par des *rais* en fer rond qui sont disposés d'avance dans le moule.

Telle est, en résumé, la disposition de cette machine, remarquable par sa bonne construction et par le large développement de toutes ses parties. Nous ne croyons pas nécessaire d'en faire le calcul, pensant qu'il suffit de renvoyer, à ce sujet, aux articles que nous avons déjà publiés, sur les locomobiles, dans ce Recueil, et dans notre *Traité spécial des moteurs à vapeur*.

CHIMIE APPLIQUÉE

DE L'ACTION DES MÉTALLOIDES SUR LE VERRE

ET

DE LA PRÉSENCE DES SULFATES ALCALINS

DANS TOUS LES VERRES DU COMMERCE

Par M. J. PELOUZE.

M. Pelouze, dans une récente communication faite à l'*Académie des sciences*, a présenté le résumé d'un travail qu'il a entrepris et qu'il a su mener à bonne fin. Comme les recherches de cet habile chimiste présentent, pour beaucoup de nos lecteurs, un véritable intérêt, ils nous sauront gré, sans doute, de le reproduire, d'autant mieux que nous avons donné dans le tome XV de ce Recueil le système de four de M. Siémens, dont l'auteur s'est servi pour ses expériences.

« On sait depuis une époque très-reculée, dit M. Pelouze, que le verre est coloré en jaune par le charbon et le soufre, mais on ignore comment il se comporte en présence des autres métalloïdes.

Mes expériences ont été faites pour la plupart dans les fours Siémens, de la manufacture des glaces de Saint-Gobin. Ils ont sur les fours à grille un avantage considérable. Éloignés des générateurs dans lesquels se produisent les gaz combustibles, les creusets qu'on y place ne sont pas exposés à recevoir les poussières de toutes sortes, les cendres, et particulièrement les éclats de pyrite qui jaillissent de la houille, quand celle-ci est brûlée directement sur la grille à côté des creusets ouverts contenant la composition qui, par sa fusion, donne le verre.

Les creusets étaient formés d'argile blanche réfractaire d'une qualité telle, qu'on pouvait la considérer comme étant sensiblement de la même nature que les matières qui entrent dans la composition du verre. Les belles argiles, en effet, ne sont formées, pour ainsi dire, que de silice et d'alumine, et si on ne fait pas entrer directement cette dernière dans le verre, on sait qu'elle peut y être introduite sans en altérer notablement les qualités générales.

Cependant, pour éviter encore davantage toute cause d'erreur, pour ne pas courir le risque de rencontrer dans l'argile des traces de pyrites, j'opérais souvent dans des vases de platine protégés par des creusets d'argile, dans lesquels ils étaient placés. Ils étaient exposés à une chaleur excessivement intense, car à côté de ces vases se trouvaient les creusets servant à la fabrication courante du verre à glace.

Enfin je plaçais dans le même four, et à côté des mélanges en expériences, un second creuset qui contenait le mélange vitrifiable ordinaire et qui me servait de témoin.

Verre au charbon. — Pour colorer en jaune le verre au moyen du charbon, on fait un mélange ou composition A avec

Sable blanc.	=	250	parties.
Spath calcaire.	=	50	»
Sel de soude au titre de 85 degrés.	=	100	»
Charbon de bois.	=	2	»

Au bout de quelques heures, le verre étant fondu et affiné, le creuset est retiré du four et refroidi. Il contient une masse vitreuse d'apparence homogène colorée en jaune foncé.

On peut, pour obtenir un verre plus réfractaire et moins sensible aux influences atmosphériques, élever la proportion de sable de 250 à 290 parties.

On admet généralement que la coloration du verre par le charbon est due à ce qu'une petite quantité de ce corps se trouve en dissolution ou dans un grand état de division dans le verre.

Verre au soufre. — Sa préparation est la même que la précédente ; sa couleur jaune est identique avec celle du verre au charbon, et il serait impossible de les distinguer l'un de l'autre.

On peut augmenter la proportion de soufre à cause de sa volatilité et de sa combustibilité beaucoup plus faciles que celles du charbon. Avec 6 grammes de fleur de soufre on obtient un verre de la même nuance que celle fournie par 2 grammes de charbon.

Quelques verriers pensent que le verre coloré par le soufre supporte moins longtemps que le verre au charbon la double influence de l'air et d'une température blanche ; quant à moi, je n'ai pu saisir sous ce

rapport, la plus légère différence. Les deux verres ont été maintenus en fusion pendant quarante-huit heures sans que leur teinte se soit affaiblie sensiblement.

VERRE AU SILICIUM. — On a soumis à la fusion le mélange suivant :

Sable blanc.	250 gr, 00
Carbonate de soude à 90 degrés.	100, 00
Spath calcaire.	50, 00
Silicium.	2, 50

Au bout de quelques heures le verre était affiné ; il était coloré en jaune et il était impossible de le distinguer des deux précédents.

VERRE AU BORE. — Même mélange, le silicium étant seulement remplacé par 2 grammes de bore.

Fusion et affinage faciles ; verre d'une belle couleur jaune, comme ceux dont il vient d'être question.

Le silicium et le bore que je dois à l'obligeance de M. H. Deville, étaient cristallisés et d'une grande pureté.

VERRE AU PHOSPHORE. — Le phosphore amorphe est pulvérulent, mêlé même en proportion considérable à la composition A, ne communique aucune couleur à la matière vitrifiée. Tous mes efforts tendant à obtenir un résultat positif ont échoué, sans doute parce que le phosphore se volatilisait entièrement ou se brûlait; mais si l'on fait agir sur la composition A le phosphure de chaux (j'ai déjà employé de préférence celui préparé par le procédé de M. Paul Thénard) sous le poids de 5 à 6 grammes, le phosphore cesse de se volatiliser, et il fournit un exemple de plus de la production d'un verre jaune absolument semblable à ceux, déjà en assez grand nombre, que je viens de signaler.

VERRE A L'ALUMINIUM. — La présence d'une proportion même très-petite d'aluminium dans la composition, rend le verre d'une fusion et surtout d'un affinage très-difficiles.

Cependant, avec beaucoup de temps et de soins, on parvient à avoir un verre homogène, bien fondu, transparent, sans beaucoup de bulles ou bouillons, et l'on remarque encore que sa couleur est jaune, comme celle des verres précédents.

Si je fais maintenant la récapitulation des corps simples qui produisent, avec les verres blancs du commerce, une couleur jaune, je trouve parmi les métalloïdes : le carbone, le soufre, le silicium, le bore, le phosphore; et l'aluminium parmi les métaux (1).

J'étais porté à croire que cette coloration constamment identique pourrait bien être due au silicium, le seul de ces corps simples qui fasse

(1) Il a été impossible d'obtenir un verre coloré avec l'arsenic et le zinc.

nécessairement partie du verre, mais les expériences qui suivent m'ont bientôt démontré qu'il fallait chercher ailleurs l'interprétation de ces singuliers phénomènes.

Action de l'hydrogène sur le verre. — L'hydrogène purifié par les moyens les plus énergiques colore le verre en jaune, à une température rouge. Si l'on fait passer ce gaz dans un tube de porcelaine contenant une nacelle de platine remplie de fragments de verre, celui-ci, porté à une température qui n'a pas besoin d'être très-élevée et refroidi dans le courant même d'hydrogène, affecte une couleur jaune moins belle et surtout moins intense qu'avec le charbon, le bore, etc., mais qui est cependant très-nette.

Si quelque chose doit étonner, c'est que cette réaction n'ait jamais été signalée, car les réductions par l'hydrogène dans des tubes de verre se font fréquemment dans les laboratoires.

La réduction de la silice par l'hydrogène paraissant impossible, surtout à une chaleur peu élevée, et la coloration du verre sous l'influence de ce gaz étant cependant semblable à celle opérée par les nombreux métalloïdes que j'ai cités, cette curieuse expérience imprima à mes idées un autre cours. Je me souviens qu'il y a plusieurs années, j'avais trouvé qu'il n'existe aucun verre dans le commerce qui ne contienne des quantités notables de sulfate alcalin, et dès lors il me sembla que tout pourrait bien s'expliquer, dans les réactions nombreuses dont il est question, par la formation d'un sulfure jouissant de la propriété de colorer le verre en jaune.

Sans perdre de temps, je dirigeai mes essais dans ce sens.

Je fis passer au rouge de l'hydrogène sur du verre réduit en poudre fine, en choisissant de préférence les échantillons qui contenaient le plus de sulfate, et il me fut facile de constater que cette réaction donnait naissance à un sulfure alcalin.

En fondant la composition A avec quelques centièmes de son poids de sulfate de soude, et la soumettant à un courant d'hydrogène, j'obtenais un verre d'un jaune excessivement foncé, dans lequel on reconnaissait facilement l'odeur, la saveur et toutes les propriétés d'un sulfure alcalin.

L'explication prenait donc, par ces nouveaux faits, un caractère de certitude. Toutefois, avant d'aller plus loin, je voulus répéter et multiplier mes expériences sur la présence et la proportion des sulfates contenus dans tous les verres du commerce sans exception.

Les chimistes les plus habiles qui ont analysé le verre n'y ayant pas signalé la présence du soufre, je devais prendre d'autant plus de précautions pour ne pas me tromper, et rien ne devait me coûter pour donner à mes expériences un caractère de certitude. Le verre vaut bien la peine que tout le monde s'en occupe; il y a peu de substances qui méritent à un plus haut degré l'intérêt des chimistes et des physiciens, et il n'y en a pas dont l'étude ait exercé plus d'influence sur le progrès

des sciences. La plupart des réactions et des préparations chimiques s'accomplissent au contact du verre; il est évident que la connaissance des éléments dont il se compose peut être, dans certains cas, de la plus haute importance.

Les verres dans lesquels j'ai cherché de nouveau la présence du soufre, qui s'y trouve sans aucun doute, à l'état de sulfate, sont : les verres à glace, le verre à vitre, le verre à gobeleterie, le verre de Bohême, le verre à bouteilles et un échantillon de verre ancien rapporté par moi de Pompéi en 1863.

Le verre à glace m'a donné des quantités diverses de sulfate de soude comprises entre 1 et 3 pour 100. La fonte, l'affinage et le tisefroid de cette sorte de verre durent en général de dix-huit à vingt-quatre heures.

J'ai voulu voir combien il en resterait après une exposition de cent vingt heures dans les mêmes conditions de température. Le verre en retenait encore 7 parties sur 1000.

Il contenait cependant autant de silice qu'on peut en introduire industriellement dans le verre.

Cette expérience est bien propre à montrer qu'avec les matières qu'on fait entrer aujourd'hui dans la composition des verres, on doit s'attendre à y trouver invariablement des quantités notables de sulfate alcalin.

Le verre de Pompéi m'a donné une quantité de sulfate de baryte correspondant à 2 pour 100 de sulfate de soude.

Un échantillon authentique de verre de Bohême, que je dois à l'obligeance de M. Péligot, contenait 2, 2 pour 100 de sulfate de potasse.

J'ai trouvé dans les autres verres, dans le verre à vitre, le verre de gobeleterie, le verre à bouteilles, comme maximum 3 1/2 pour 100, et comme minimum 1 pour 100 de sulfate de soude. Il résulte donc de mes analyses que les verres de toute fabrication contiennent des sulfates en proportions à peu près semblables.

On sait que les verriers emploient deux fondants, le sulfate et le carbonate de soude. Comme ce dernier sel marque tout au plus 85 degrés et, dans des cas très-rares, 90 degrés, il contient constamment des proportions très-notables de sulfate de soude. De là vient que ce dernier sel se rencontre dans le verre, indépendamment du fondant qui a servi à le préparer.

Il en résulte que, pour obtenir un verre tout à fait exempt de sulfate, il faudrait n'en pas laisser de traces dans le carbonate et opérer, par conséquent, avec un sel jusqu'ici inconnu, ou tout au moins sans emploi dans les verreries, avec un sel marquant 92°,5. Un tel verre n'existe pas dans le commerce; il serait sans doute moins altérable et plus homogène que ceux que nous connaissons jusqu'à présent, et peut être appelé à rendre de nouveaux services, particulièrement à l'optique.

Le sulfate de soude est sans doute à l'état de liberté dans le verre. C'est en quelque sorte une impureté, comme en contiennent, la plupart du temps, les composés les mieux définis, et il paraît impossible d'en débarrasser le verre, même par l'action de la chaleur la plus intense et la plus prolongée. Je parle ici au point de vue industriel seulement; car rien ne prouve qu'à la longue un pareil verre, exposé à l'action d'une chaleur intense dans un creuset de platine, ne puisse se dépouiller entièrement de sulfate.

J'ai fait voir, il y a dix ans que le verre le plus pur et le mieux affiné, lorsqu'il est réduit en poudre fine par une longue porphyrisation, devient profondément altérable, et qu'abandonné quelque temps à l'air dans cet état, il fait effervescence, comme la craie avec les acides.

J'ajouterai ici que le même verre porphyrisé pendant vingt-quatre heures, sur une plaque d'agate, cède directement à l'eau pure la plus grande partie du sulfate de soude qu'il contient.

Ces singulières altérations du verre produites par une simple action mécanique et provoquées peut-être ou facilitées par la présence des sulfates alcalins, méritent certainement plus d'attention qu'on ne leur en a accordé jusqu'à présent.

Je reviens maintenant à la coloration du verre par le charbon, le silicium et les autres métalloïdes. Si cette coloration est uniquement due à une réduction du sulfate de soude par le charbon, le silicium, le bore, etc., elle ne saurait se manifester sur du verre fait avec des matériaux privés de ce sel. C'est ce que j'ai constaté un grand nombre de fois, en employant comme fondant du carbonate de soude purifié par plusieurs cristallisations successives et débarrassé de toute trace de sulfate.

La composition suivante à été fondue au four à gaz, dans un creuset de platine, avec toutes les précautions possibles pour ne pas y laisser s'introduire la plus petite quantité de sulfate alcalin :

Sable blanc.	250 gr.
Carbonate de soude pur et sec.	100
Carbonate de chaux pur.	50
Charbon d'amidon.	2

Le verre obtenu était bien fondu, bien affiné et parfaitement blanc. Même résultat en remplaçant le charbon par le bore, le silicium et l'hydrogène. Ces métalloïdes ne colorent pas le verre exempt de sulfate, le verre pur, si je puis m'exprimer ainsi; mais ajoutez préalablement à ces mélanges 1/4 de centième de leur poids de sulfate, vous obtiendrez un verre d'une couleur jaune légère; avec 1/2 centième la teinte sera plus prononcée; avec 2 ou 3 centièmes elle le sera davantage, et on reconnaîtra facilement que son intensité est proportionnelle à la quantité de

sulfate ajoutée à la composition destinée à faire le verre. Par la même raison, on peut, sans déterminer par l'analyse la proportion de sulfate contenue dans un verre blanc du commerce, la juger approximativement par la couleur plus ou moins foncée que prendra le verre après avoir été chauffé avec du charbon.

Le verre pur (j'appelle ainsi, je l'ai déjà dit, celui fait avec un sel de soude exempt de sulfate) est coloré en jaune soit par le soufre, soit par un sulfure alcalin ou terreux. Le soufre se comporte avec ce verre absolument comme avec ceux du commerce.

On devait s'attendre à ce résultat que faisaient prévoir les observations et les expériences consignées dans ce mémoire.

Au lieu de préparer pour le commerce le verre jaune avec du charbon, on peut l'obtenir directement avec le sulfure de calcium, mais il ne faut pas oublier que le sulfate contenu dans le carbonate agit comme comburant et fait disparaître une quantité correspondante de sulfure ; ce n'est donc que lorsque ce sulfate a été détruit que l'excès de sulfure colore le verre.

On a fondu le mélange suivant :

A.	Sable blanc.	200 gr.
	Carbonate de soude à 90 degrés.	100
	Carbonate de chaux.	50
	Sulfure de calcium.	20 ou 10 p. 100 (1).

On a obtenu un verre jaune très-foncé et à peine translucide.

B. Même mélange, avec 10 grammes de sulfure de calcium ou 2, 5 pour 100. Il a donné un verre d'un jaune beaucoup plus clair qu'on n'aurait dû s'y attendre. On pouvait déjà prévoir la destruction d'une partie notable de sulfure de calcium par le sulfate de soude contenu dans le carbonate.

C. Même mélange, avec 5 grammes de sulfure de calcium à 1, 25 pour 100. Le verre obtenu par la fusion de ce mélange est complétement incolore.

D. Même mélange, avec 5 grammes de sulfure. Le verre était encore sans couleur, comme le précédent.

E. Même composition avec 6 grammes de sulfure de calcium. Le verre est d'une couleur jaune peu intense, à peu près semblable à celle des cristaux de soufre natif.

Le point extrême de décoloration correspond à 5 gr, 500 de sulfure de calcium, soit à peu près 1 1/3 pour 100 du mélange vitrifiable, et la

(1) Préparer en calcinant au rouge un mélange de 250 grammes de charbon de bois et 2 kilogrammes de plâtre; le sulfure contenant encore une certaine quantité de sulfate.

couleur jaune ne commence à se manifester qu'avec des quantités de sulfure excédant cette dernière proportion. Aussi, dans la composition B où l'on en a employé 20 grammes, on doit admettre que 14 gr, 5 seulement sont entrés dans la coloration du verre; 5 gr, 5 ayant disparu par oxydation.

On voit par ce qui précède qu'on peut toujours connaître, au moyen d'un très-petit nombre d'essais, la proportion de sulfure qui agit comme colorant sur un verre donné, et graduer ainsi à volonté les nuances qu'on voudra lui communiquer.

En partant de ces données on a préparé sans tâtonnement et du premier coup un verre d'une intensité de couleur prévue, en fondant :

270 kilogrammes de sable;
100 kilogr. de carbonate de soude à 90 degrés;
50 kilogr. de marbre;
12 kilogr. de sulfure de calcium.

En résumant les principaux résultats qui précèdent, on voit :

1° Que tous les verres du commerce contiennent des sulfates;

2° Que le verre fait avec des fondants exempts de sulfates n'est pas coloré par le charbon, qu'il n'est pas coloré non plus par le bore, le silicium et l'hydrogène, etc.;

3° Que le soufre et les sulfures alcalins ou terreux colorent directement en jaune soit le verre pur, soit les verres du commerce;

4° Que la couleur que prend le verre sous l'influence des métalloïdes est due à une seule et même cause consistant dans leur faculté réductive.

« Je ne veux pas finir ce mémoire, ajoute M. Pelouze, sans remercier publiquement M. Pelletier du concours qu'il m'a prêté comme chimiste et comme verrier, dans l'exécution minutieuse et souvent très-délicate des expériences dont je viens de présenter le résumé à l'Académie. »

Les nouveaux fours de verrerie de M. Siémens sont appliqués aujourd'hui dans plusieurs usines importantes, et en particulier dans l'établissement de la compagnie générale des verreries de la Loire, que nous avons visitées récemment, accompagné par deux habiles et très-honorables praticiens bien connus dans cette industrie, MM. Hutter et Raab, administrateurs de cette compagnie et à qui l'on doit plusieurs innovations et améliorations intéressantes que nous aurons l'occasion de faire connaître.

MACHINES-OUTILS

MACHINES RADIALES A PERCER

Système de MM. FAIRBAIRN ET Cᵉ de Leeds

ET

Système de M. HULSE de Manchester.

(PLANCHE 35.)

Parmi les machines-outils qui meublent aujourd'hui tous les ateliers de constructions mécaniques, il n'en est peut-être pas qui soient aussi utiles et aussi nombreuses que les machines à percer. C'est pourquoi tous les mécaniciens qui s'occupent plus particulièrement de ce genre d'industrie, ont cherché à apporter, dans la disposition et l'agencement de ces machines, des modifications ou des perfectionnements plus ou moins remarquables qui les rendent propres à remplir, dans la pratique, certaines conditions essentielles ; tel est, par exemple, le système *radial* dont nous avons déjà décrit des spécimens.

Plus récemment, au commencement de ce volume, nous avons publié la belle Radiale de M. Hartmann, l'habile constructeur de Chemnitz (Saxe), et nous avons dit que nous nous proposions également de donner bientôt les dessins de deux autres machines du même genre, l'une de MM. Fairbairn, et l'autre de M. Hulse qui, comme la première, figuraient à l'Exposition universelle de Londres, en 1862.

Quoique appartenant à la même classe d'outils, ces trois machines présentent, comme on pourra facilement s'en rendre compte par un examen comparatif des planches gravées, des différences très-sensibles aussi bien dans leurs dispositions générales que dans le mode de construction adopté par chacun des constructeurs.

Dans le système de M. Hartmann, au-dessous du bras radial est ajusté à queue d'hironde, comme on se le rappelle (voyez pl. 4), sur le devant de la colonne-support, un plateau sur lequel se fixent les pièces à percer et qui permet, suivant les dimensions de celles-ci, de les présenter à l'action de la mèche à la hauteur convenable, soit en les arrêtant sur la table

horizontale rainée, soit sur l'un des côtés verticaux dudit plateau mobile qui sont également rainés à cet effet.

Cette disposition, qui facilite extrêmement la mise en place des pièces de formes et de dimensions les plus variées, existe aussi dans la machine de M. Fairbairn ; seulement dans celle-ci ce n'est pas un plateau mobile, mais bien un socle fixe de forme rectangulaire qui, en outre, est destiné à recevoir la colonne autour de laquelle tourne le bras radial.

Dans la perceuse de M. Hulse, le plateau mobile ou le socle rainé des deux premières machines est remplacé par une longue plaque très-peu élevée au-dessus du sol. Les pièces de grandes dimensions se fixent directement sur cette plaque au moyen de boulons à têtes, engagés dans les rainures dont elle est garnie. Quant aux petites pièces ou celles de faible hauteur, elles se montent sur un plateau exhaussé par un tronc de colonne, lequel repose sur ladite plaque rainée et s'y arrête à une distance plus ou moins grande, à volonté, du socle qui supporte le bras radial ; ce dernier pouvant, outre son mouvement de rotation, se déplacer dans le sens vertical, de façon à pouvoir, au besoin, éloigner ou rapprocher le porte-mèche de la pièce à percer.

Dans les trois machines, tous les mouvements peuvent être produits à la main ou rendus automatiques facultativement. Dans les perceuses de MM. Hartmann et Fairbairn la poulie motrice et le cône de changement de vitesse font partie de la machine, ce qui, dans certains cas, offre un avantage réel en ce qu'il devient inutile d'installer une transmission intermédiaire entre l'arbre de couche de l'atelier et l'outil.

Comme il nous a paru utile pour nos lecteurs, mécaniciens ou chefs d'atelier, de connaître les divers systèmes de radiales exécutées en Angleterre et en Allemagne, nous ne pouvions faire un meilleur choix qu'en prenant les modèles mêmes envoyés à Londres en 1862.

Après la comparaison sommaire que nous venons de faire à leur sujet, nous allons donner la description détaillée des deux systèmes que nous avons à faire connaître.

DESCRIPTION DE LA PERCEUSE RADIALE DE M. FAIRBAIRN

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 3, PL. 35.

La fig. 1re est une coupe verticale de cette machine suivant l'axe de la colonne et du porte-outil ;

La fig. 2 en est un plan général vu en dessus.

La fig. 3 une vue de face, l'extrémité du bras radial coupée.

Le socle en fonte A de cette machine est dit à *plateau universel*, parce qu'il présente sur trois de ses faces des rainures *a*, destinées à recevoir la tête des boulons qui, directement ou par l'intermédiaire de griffes ou d'équerres, maintiennent les pièces que l'on veut soumettre à l'action de la mèche perceuse.

Avec ce socle, mais par derrière la face verticale rainée, pour ne pas gêner le service de la machine, sont fondues deux consoles renversées A′, qui servent de support à l'arbre moteur B, muni des poulies fixe et folle P, P′ et du cône de transmission à poulies étagées C.

La colonne D, autour de laquelle peut tourner la longue douille D′ fondue avec le bras radial D², est fixée par trois boulons *a′* sur le socle A, qui reçoit aussi la console E servant de support à l'une des extrémités de l'arbre de transmission B′, muni du cône C′. Les poulies de celui-ci se trouvant étagées en sens inverse de celles du cône C, on obtient, comme de coutume, les changements de vitesse en faisant passer la courroie motrice d'une poulie sur l'autre.

Pour pouvoir varier la vitesse dans de plus grandes limites que ne le permettent ces deux cônes étagés, le constructeur a disposé, comme dans les tours, un second arbre E′, parallèle à celui B′, et pourvu d'une roue *b* et d'un pignon *b′* qui y sont clavetés. La roue *b* engrène avec le pignon *c*, réuni par des vis (voyez fig. 1) avec le cône C′ et, naturellement, comme lui monté fou sur l'arbre B′, tandis que la roue *c′*, qui engrène avec le pignon *b′*, est, au contraire, calée sur ledit arbre B′.

Cette combinaison permet d'obtenir, comme on sait, une vitesse notablement ralentie de celle communiquée au cône et qui est ici, par suite des rapports existant entre les deux pignons *c b′* et les roues *b c′*, de 1 à 3, 36. Quand ce ralentissement de vitesse n'est pas nécessaire, il suffit de faire glisser sur son axe la roue *b*, afin de dégager ses dents de celles du pignon *c*, puis de rendre solidaire, au moyen de boulons, le cône C′ avec la roue *c′*. L'arbre B′ peut donc ainsi recevoir, dans des conditions de vitesses variables, le mouvement de rotation, et il le transmet par la paire de roues d'angle *d* et *d′* à l'arbre vertical E logé à l'intérieur de la colonne ; ce dernier, par son pignon d'angle supérieur *e* engrenant avec celui *e′*, commande l'arbre horizontal F, donnant à la fois à l'outil le mouvement de rotation et celui de descente.

Le premier de ces mouvements est transmis directement de l'arbre F par le pignon d'angle *f*, engrenant avec un pignon semblable *f′* fondu avec la douille F′ qui, ajustée à frottement dans la douille cylindrique du chariot G, a son centre percé pour recevoir l'arbre porte-outil G′, qu'elle entraîne au moyen d'une clavette engagée dans la rainure pratiquée sur toute la longueur de cet arbre.

Le second mouvement, celui qui détermine la descente de l'outil, est transmis par le pignon conique *f′* engrenant avec le second pignon *g* placé symétriquement au premier *f*, à l'un des bouts d'un petit axe monté dans une douille horizontale qui fait partie du chariot G. L'autre bout de cet axe est muni du petit cône à trois poulies étagées *g′*, lequel correspond avec un cône semblable *h*, monté inversement sur un arbre parallèle que supporte un double bras également fondu avec le chariot, mais à sa partie inférieure. Cet arbre est muni, en outre, d'une vis sans

fin *i*, qui engrène avec une roue héliçoïdale *i'* montée à l'extrémité inférieure de l'arbre H. Celui-ci, à son sommet, porte le pignon H' qui commande la roue droite I, dont le moyeu, formant écrou, est traversé par la vis I', laquelle (voyez fig. 1) est reliée à l'arbre porte-outil G'.

Cette réunion de l'arbre et de la vis a lieu par un petit manchon en bronze *j*, qui est en deux pièces pour permettre son introduction dans les deux gorges ménagées, l'une au bout de l'arbre G', et l'autre à la partie inférieure de la vis.

Quand on trouve convenable d'opérer le mouvement de descente de l'outil à la main, il suffit de faire tomber la courroie de dessus les petits cônes *g'* et *h* et d'agir sur la manivelle du volant K. Dans ce but, ce volant porte un cliquet qui est engagé dans les dents du rochet *k* fondu avec la roue héliçoïde *i'*, et naturellement avec celle-ci monté fou à l'extrémité de l'arbre H; il s'ensuit que l'entraînement de cet arbre au moyen de la vis sans fin *i* n'a lieu que par l'intermédiaire du cliquet; ce qui permet, en dégageant celui-ci, lorsqu'on veut agir à la main, de n'avoir pas à entraîner les roues et la vis, lesquelles offriraient sans cela une résistance assez considérable.

Le volant K, en le tournant en sens inverse, sert encore à faire remonter assez rapidement l'outil lorsque le trou est percé.

Pour éloigner ou rapprocher cet outil de la colonne, le chariot G peut glisser le long du bras radial sur lequel il est, à cet effet, ajusté à queue d'hironde, en même temps qu'il est muni d'un écrou en bronze *k'* traversé par la vis K' au moyen de laquelle on opère le déplacement.

Quelle que soit la place que le chariot occupe sur le bras, le mouvement est toujours transmis à l'outil par l'arbre F, parce que celui-ci peut glisser librement dans le moyeu de son pignon de commande *e'*, lequel est muni d'une clavette qui reste toujours engagée dans la rainure pratiquée sur toute la longueur de cet arbre.

Comme le bras radial doit pouvoir tourner autour de la colonne sans que les dents du pignon d'angle *e'* cessent de rester en prise avec celles du pignon *e*, son support à douille L est boulonné sur le bras, et l'autre extrémité de l'arbre F est portée par un manchon *l* dans l'épaisseur duquel il est retenu au moyen d'une goupille qui ne l'empêche pas de tourner, et ce manchon est ajusté à frottement doux sur la tête du porte-outil pour pouvoir également tourner indépendamment de celui-ci et de la roue supérieure I formant écrou.

Quant au déplacement de la longue douille ou manchon D' fondu avec le bras autour de la colonne D, il s'effectue facilement à la main, après avoir préalablement desserré les quatre vis *l'* qui la fixent et que l'on resserre lorsque la position convenable est trouvée.

Cette machine, dont la flèche est de $0^m 90$ et la course entière de $0^m 40$, peut percer des trous de $0^m 040$ de diamètre dans le fer et la fonte, et même de $0^m 050$ dans du métal moins dur, comme le cuivre ou le bronze.

DESCRIPTION DE LA PERCEUSE RADIALE DE M. HULSE,

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 4 A 7, PL. 35.

La fig. 4 est une section verticale faite par l'axe de la colonne-support de cette machine dans le sens longitudinal ;

La fig. 5 est une section horizontale passant par le bras radial ;

La fig. 6 montre en détail le porte-outil suivant une section transversale faite par l'axe ;

Enfin la fig. 7 est une section horizontale à la hauteur de ligne 1 2.

Nous allons retrouver dans cette machine tous les mouvements que nous venons de décrire, mais obtenus par des combinaisons différentes.

On reconnaît, tout d'abord, que la partie fixe de cette machine se compose de la grande plate-forme A, peu élevée au-dessus du sol et garnie de rainures longitudinales *a*, destinées à recevoir les boulons d'attache soit des pièces de grandes dimensions qui peuvent y être placées directement, soit ceux fixant la table circulaire T qui élève les pièces à la hauteur convenable. Cette plate-forme est fondue avec le socle creux A', de forme circulaire, sur lequel se fixe par trois boulons *a'* la colonne D, qui sert de support à toutes les pièces mobiles.

A cet effet, cette colonne est fondue avec les douilles qui supportent l'arbre moteur B, muni du cône étagé C, l'arbre B' et celui *b* servant tous deux à la transmission permettant de mobiliser le châssis vertical D qui porte le bras radial D'. Ce châssis est ajusté à queue d'hironde sur la face dressée de la colonne, à laquelle est aussi fixé le support à deux branches C' qui supporte, en les maintenant engrenés, quelle que soit la hauteur du châssis, les deux roues d'angle *d d'*; la seconde de ces roues est clavetée sur l'arbre vertical E au sommet duquel est fixé le pignon d'angle *e* engrenant avec celui *e'*, lequel, calé au bout de l'arbre horizontal F, donne le mouvement de rotation au porte-outil au moyen des deux roues droites *c c'* et de la paire de roues d'angle *f f'*.

Comme dans la machine de M. Fairbairn, ce mouvement du porte-outil G' est communiqué par l'intermédiaire d'une douille *g* sur laquelle est fixée la roue *f*, et qui tourne ici dans deux coussinets en bronze maintenus par des chapeaux boulonnés sur le chariot G (fig. 4 et 6).

Le déplacement de ce dernier sur toute la longueur du bras radial D' s'effectue au moyen de la vis K', que l'on peut faire tourner en agissant sur la poignée du petit volant à main V.

Tout le mécanisme de la transmission est entraîné avec le chariot, parce que tous les supports des arbres dont elle est composée en font partie, si ce n'est pourtant l'arbre F sur lequel est claveté le petit pignon *c* ; mais celui-ci est engagé dans une douille fondue avec le chariot, laquelle est traversée par l'axe, de telle sorte qu'elle y peut glisser en entraînant le pignon qui a sa clavette engagée dans une rainure.

Le mouvement de descente de l'outil, pour le faire pénétrer graduellement dans le métal, est transmis automatiquement par le petit axe qui porte le pignon droit *c'* et la roue d'angle *f* communiquant à l'outil sa rotation. Cet axe, dans ce but, est muni du petit cône étagé *g'* qui commande le cône semblable, mais inverse *h*, dont l'arbre, supporté par une douille venue de fonte avec le chariot, est muni d'un pignon droit *i* qui engrène avec la petite roue *j'* (fig. 1 et 6), fixée sur un arbre parallèle au premier, et dont le bout opposé porte une vis sans fin. Celle-ci engrène avec la roue *k*, laquelle, par l'intermédiaire du levier à encliquetage K, est reliée à l'arbre vertical H. Ce dernier, par la vis sans fin H' engrenant avec la roue *g*, donne le mouvement à l'arbre du pignon I (fig. 6) et celui-ci à la crémaillère I' reliée par un manchon *j* à la tige du porte-outil G'. Lorsqu'on veut opérer ce mouvement à la main, on supprime la courroie et on agit sur la poignée du levier K.

Le bras radial est réuni au châssis vertical D au moyen de deux tourillons en fonte *l*, percés au centre pour le passage de l'arbre de transmission E, afin de permettre de le faire tourner et de le placer dans la direction jugée nécessaire. La position une fois déterminée, on l'y arrête au moyen des deux vis de pression *l'* engagées dans des trous taraudés dans les douilles du châssis D.

On donne à celui-ci une position plus ou moins élevée, selon la hauteur des pièces à percer, à l'aide d'une transmission fort simple, laquelle se compose d'une crémaillère, fondue avec un des bords extérieurs de ce châssis, et du pignon *m* fixé sur l'arbre horizontal B'. L'autre extrémité de cet arbre est munie de la roue à denture héliçoïdale M, que l'on peut tourner à l'aide du volant à manette V', lequel a son axe *b* muni d'une vis sans fin qui engrène avec ladite roue.

Dans le mouvement d'élévation ou de descente du châssis, les pignons d'angle *d* et *d'* restent engrenés, maintenus qu'ils sont par les deux branches du support fixe C'. C'est alors l'arbre E qui glisse dans la longue douille du pignon *d'*, dont la clavette reste engagée dans la rainure pratiquée à cet effet sur toute la longueur de l'arbre.

On voit donc que cette machine, comme la précédente, satisfait à toutes les conditions de solidité, de stabilité et d'agencement qui caractérisent les outils de bonne construction, et qu'elle peut être utilisée à un grand nombre de travaux par suite des larges limites que l'on peut donner, soit à la course de l'outil dans le sens radial, soit à celle du chariot suivant la longueur du bras, laquelle n'a pas moins de $1^m 20$, soit à la hauteur du bras, variable au besoin de $0^m 400$, soit enfin par l'emploi de la plate-forme rainée sur laquelle les pièces de grandes dimensions peuvent être directement fixées ou bien sur le plateau à colonne quand elles sont de faibles hauteurs.

FABRICATION DE LA BIÈRE

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA BRASSERIE

DE M. FÉLIX BOUCHEROT, A PUTEAUX

APPAREILS DE FABRICATION

Construits par MM. SÉRAPHIN frères, ingénieurs-mécaniciens à Paris.

(PLANCHES 36 ET 37.)

L'usage de la bière est maintenant extrêmement répandu en France. Cette boisson n'est plus localisée dans le Nord et dans l'Alsace, on en consomme partout; mais c'est surtout à Paris, depuis quelques années, que cette consommation s'est accrue dans une large proportion. Il est vrai que la brasserie parisienne a fait de grands progrès; elle est arrivée à produire des bières qui ne le cèdent plus, comme qualité, aux meilleurs produits similaires étrangers.

Les bières dites de Lille, de Strasbourg et de Lyon, qui pendant longtemps, et chacune à leur tour, ont eu la préférence à Paris, sont presque exclusivement remplacées par celle dite de *Bavière,* bière très-légère dont le mode de fabrication diffère assez sensiblement des précédentes.

Nous nous proposons dans cet article d'en faire connaître la composition, et, en donnant un aperçu général de l'installation complète d'une brasserie, de décrire tout spécialement les appareils perfectionnés nécessaires dans cette fabrication.

La brasserie de M. Boucherot que nous avons prise comme spécimen, est connue sous la désignation de *Brasserie Peters,* du nom de

son fondateur, qui fit ériger les premiers bâtiments en 1834, au bord de la Seine, en amont du pont de Neuilly; c'est une très-belle fabrique, qui, sans être des plus importantes, est certainement aujourd'hui, grâce à M. Boucherot et à MM. Séraphin frères, des mieux installées peut-être de toutes celles qui existent en France et à l'étranger.

Comme on le verra par les dessins que nous devons à l'obligeante communication de ces messieurs, toutes les manipulations sont faites mécaniquement et les divers appareils sont chauffés à la vapeur.

Comme dans les sucreries perfectionnées (1), le chauffage de tous les appareils, telles que chaudières à évaporer, cuves-matières, etc., est obtenu au moyen de doubles fonds et par des retours directs de vapeur. Ce système, qui peut présenter de graves inconvénients lorsqu'il est mal établi, offre, dans le cas contraire, de grands avantages pour l'économie et la marche régulière et méthodique des opérations.

Il faut d'abord, pour cela, que les doubles fonds soient très-solides et timbrés comme les générateurs; puis, conditions indispensables dans l'installation, que les appareils se trouvent placés à une certaine distance au-dessus desdits générateurs, afin que la circulation puisse s'établir d'une manière certaine.

Dans l'usine de M. Boucherot, la vapeur prise à la partie supérieure des dômes formant récipients, est dirigée dans les doubles fonds; et, lorsqu'elle a laissé dans ceux-ci une partie de son calorique et qu'elle s'est condensée en grande partie, elle retourne au générateur en s'y introduisant par la partie inférieure des bouilleurs.

Tous ces appareils, qui sont bien agencés, peuvent fonctionner indépendamment les uns des autres; les opérations s'accomplissent très-régulièrement; la vapeur ne dépose que la quantité de calorique nécessaire au chauffage et à l'évaporation, et de plus l'alimentation des générateurs se fait presque entièrement sans que l'on ait à s'en occuper.

Nous décrirons bientôt plus en détail le fonctionnement de ces appareils, mais auparavant, nous croyons utile de faire connaître à nos lecteurs, sur ce sujet que nous n'avons pas encore traité, les diverses manipulations et compositions qu'exige en général la fabrication des bières.

MATIÈRES PREMIÈRES. — COMPOSITION.

La bière, comme on le sait, est une boisson légèrement alcoolique résultant de l'infusion fermentée du grain des céréales, tel que l'orge, avec addition des principes aromatiques et amers que donne plus particulièrement le houblon.

(1) Voir, dans le vol. XV, les dessins et la description de la grande sucrerie modèle de MM. Lalouette et Cᵉ établie à Barberie, par MM. Cail et Cᵉ.

Bien que ce soit l'orge la matière première la plus importante dans la composition des bières, la classe presque tout entière des céréales et des légumineuses peuvent être et sont quelquefois employées dans certaines circonstances pour des besoins locaux; tels sont, d'après M. Lacambre (1), en suivant leur degré d'importance dans ce cas, le froment, l'épeautre, le seigle, l'avoine, le sarrasin, le maïs, les fèves, les haricots, puis les pommes de terre et les fécules.

Orge. — Mais comme l'orge est la matière première la plus importante, puisqu'elle sert à préparer le *malt* qui est la base de la fabrication dans presque tous les pays, c'est d'elle que nous devons nous occuper tout particulièrement.

On cultive plusieurs variétés d'orge qui toutes sont plus ou moins propices à la fabrication de la bière, mais généralement on donne la préférence à l'orge ordinaire d'hiver à peau lisse ou à la grosse orge du Nord, qui est l'espèce la plus commune et dont la première n'est qu'une variété. Pour certaines bières on emploie aussi la petite orge d'été ainsi que la variété d'orge à six rangs dite Escourgeon. Ces deux dernières espèces ou variétés d'orge sont moins avantageuses que les premières pour le rendement en bière; mais aussi leur prix est ordinairement moins élevé, et elles ont le grand avantage, en été, de mieux germer que les autres espèces.

Les grains d'orge doivent être sains, assez lourds (1 hectolitre pèse de 64 à 66 kilog.). Pour s'assurer que les grains offrent bien la propriété de germer très-régulièrement, on les laisse s'hydrater, dit M. Payen, en les plaçant sur une couche de 3 ou 4 millimètres d'eau, dans un vase plat, couvert, où l'humidité se conserve, et où la température se maintienne entre 15° et 20° centésimaux. Dans l'orge de bonne qualité, tous les grains doivent germer à peu près simultanément, ce qui a lieu quand l'orge est de la même année, d'une même variété et provient du même terrain.

L'orge à l'état normal renferme 10 à 14 p. 0/0 d'eau et 18 à 20 p. 0/0 de matières ligneuses, de son, de manière qu'il ne renferme que 68 à 70 p. 0/0 de matières utiles, c'est-à-dire de farine sèche et pure. Cette farine se compose de sucre, de gomme dextrine, de gluten, d'amidon, d'hordéine et d'une très-faible quantité de résine jaune.

On emploie, d'après M. Payen, pour certaines bières, outre l'orge germée, du blé et de l'avoine moulus, non germés, dits *grains crus*. L'avoine renferme un principe aromatique qui donne à la bière un goût agréable qui distingue en partie la bière de Louvain. Depuis longtemps, en France, on ajoute à la bière des matières sucrées, telles que la mélasse de sucre brut, la glucose. Cette addition, qui offre souvent une économie au brasseur, rend le travail plus facile et assure à la bière une plus longue conservation; cela se conçoit, puisqu'on diminue ainsi les proportions des principes de l'orge les plus altérables, notamment des matières azotées qui engendrent et développent les ferments. Toutes les bières fabriquées avec du sucre seul, ou même avec des grains et du sucre,

(1) *Traité complet de la fabrication des bières et de la distillation des grains*, par M. C. Lacambre, ingénieur civil, Bruxelles, 1851. C'est à cet ouvrage et au *Précis de chimie industrielle* de M. Payen que nous empruntons une partie des renseignements qui sont relatifs à la composition et à la fabrication des bières considérées dans leur ensemble.

ont l'inconvénient d'être sèches à la bouche, tandis que celles qu'on fabrique exclusivement avec des grains humectent agréablement le palais, ce qui est dû aux principes solubles, tels que la dextrine, etc., qui rendent le liquide mucilagineux et se trouvent en grande proportion dans l'orge après le maltage et les trempes.

Houblon. — L'odeur aromatique de la bière est due au houblon, plante de la famille des urticées, grimpante, à racines vivaces; elle produit des fleurs en forme de cônes dont la base présente de nombreux granules jaune et orangé. Ce sont ces fleurs, dont la sécrétion donne une substance jaune pulvérulente, qui servent seules à donner à la bière son odeur spéciale et le principe amer qui concourt à sa saveur.

Pour essayer les houblons, on frotte les cônes dans l'intérieur de la main : l'odeur plus ou moins forte, plus ou moins agréable qui se développe, éclaire le praticien exercé sur la qualité de ce produit. Cette odeur varie avec la température moyenne des localités où le houblon végète, et selon la saison, l'époque de la récolte, le temps écoulé depuis l'emmagasinage et les moyens employés pour sa conservation.

Le climat exerce une grande influence sur le développement et les qualités de l'huile essentielle du houblon, comme cela se remarque pour toutes les plantes aromatiques; dans les pays chauds cette sécrétion est très-abondante, mais d'une odeur moins suave que dans les pays tempérés. Pour obtenir le maximum d'huile essentielle, il faut récolter les cônes du houblon lorsqu'ils sont d'un jaune encore légèrement verdâtre, avant que les graines soient complétement mûres.

Après la récolte on fait sécher le houblon assez rapidement, pour éviter la déperdition de l'arome, ainsi que sa transformation partielle en résine au contact de l'air. On le conserve en le comprimant dès qu'il est suffisamment desséché, soit en le piétinant dans des sacs, soit, ce qui est bien préférable, en se servant de presses hydrauliques, de presses à vis ou à leviers.

La partie glanduleuse et aromatique développée en une foule d'utricules, formant à la base des folioles qui entourent la graine une sorte de poussière jaune, contient, d'après M. Payen, les matières suivantes : eau, cellulose, huile essentielle, résine, deux matières grasses, matières azotées, principe amer, substance gommeuse, acétate d'ammoniaque, soufre, chlorure de potassium, sulfate et phosphate de potasse, sulfate et carbonate de chaux, phosphate ammoniaco-magnésien, oxyde de fer, silice.

Deux substances surtout, dans ce nombre, sont utiles pour la fabrication de la bière : l'huile essentielle et le principe amer. L'huile essentielle, outre le goût particulier qu'elle donne à la bière, est, ainsi que ses congénères, un agent de conservation. Cette huile a la propriété, précieuse pour cette application, d'être en grande partie soluble dans l'eau, ce qui permet de la répartir uniformément, de la faire entrer et de la maintenir en suffisante proportion dans la bière.

Le houblon étant d'un prix assez élevé, on a cherché à diverses reprises à lui substituer d'autres agents; on a principalement employé le buis, la gentiane, etc. Mais cette fraude est facile à reconnaître, car l'huile essentielle de ces substances diffère, par sa saveur et son odeur, de celle du houblon.

PRÉPARATION DU MALT.

Le maltage a pour but d'amener le grain à un état tel qu'il puisse se dissoudre dans l'eau et donner une liqueur sucrée et propre à la fermentation. Les divers procédés de préparation du malt se divisent tous en quatre opérations qui comprennent : 1° le *mouillage* des grains ; 2° la *germination* qui doit développer la diastase ; 3° la *dessiccation* des grains germés ; 4° enfin le *broyage* ou *mouture* de l'orge desséchée.

Mouillage. — Le mouillage a pour but d'introduire dans les grains une quantité d'eau suffisante pour déterminer la germination ; il sert en même temps à éliminer les grains vides qui viennent nager à la surface de l'eau, et à enlever quelques matières solubles et corps étrangers. Cette opération se pratique dans de grands réservoirs en bois ou en maçonnerie enduits de ciment romain, d'asphalte ou doublés de dalles unies et bien jointes.

Dans ces bacs, d'un mètre environ de profondeur, on fait arriver de l'eau jusqu'à une hauteur telle que l'orge y étant ensuite versée, elle soit recouverte de cinq à six centimètres de liquide. Au fur et à mesure que l'on fait couler les grains, on les agite à l'aide d'un râteau pour en détacher les corps étrangers, puis on enlève à l'écumoire les grains vides et avariés qui surnagent, et l'on soutire l'eau trouble que l'on remplace par de l'eau claire.

Le temps pendant lequel l'orge doit rester dans l'eau varie suivant la température de cette dernière, soit avec la saison, l'âge, la nature et l'espèce de grain qu'on emploie : ainsi l'hiver, on laisse ordinairement tremper l'orge 40 à 50 heures, tandis que l'été 24 à 30 peuvent suffire ; dans cette saison l'eau doit être renouvelée quatre ou cinq fois, et en hiver trois fois seulement.

On juge que l'hydratation est suffisante lorsque les grains sont uniformément gonflés et qu'ils s'écrasent avec facilité sous la pression de l'ongle ; on laisse alors l'eau s'écouler : le grain s'égoutte pendant quatre à six heures. L'orge est ensuite portée au germoir.

Germination. — Cette opération, dit M. Payen, exige le concours de l'humidité, de l'air et d'une température de 12° à 18°, aussi constante que possible afin que la germination soit régulière. On réalise ces conditions favorables en disposant comme germoirs des caves ou celliers ils doivent être enduits de ciment ou bitume, ou recouverts de dalles en pierre faciles à laver après chaque opération, afin qu'on puisse enlever les détritus organiques susceptibles de développer des fermentations ou moisissures qui seraient préjudiciables aux opérations suivantes.

Le printemps est la saison la plus favorable au maltage, et c'est aux mois de mars et d'avril que la température utile, variant moins, la germination parcourt plus régulièrement ses phases : cette circonstance explique la dénomination de *bière de mars* donnée à cette boisson, pour en indiquer la bonne qualité. Néanmoins on peut malter et brasser avec presque autant d'avantage en automne. Dans les contrées chaudes, on fait germer depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mars.

L'orge, dans le germoir, est mise en couche ou tas de 50 à 60 centimètres de hauteur ; on la laisse en cet état jusqu'à ce qu'il s'y manifeste une certaine élévation de température, qu'on doit favoriser en hiver en recouvrant les tas d'un

drap. Dès que la germination commence à se manifester par l'apparition d'une proéminence blanchâtre (radicule ou radicelle), on diminue l'épaisseur de la couche à 0m30 ou 0m 35; on étale ensuite le grain sur une épaisseur de plus en plus réduite, graduellement, au fur et à mesure des progrès de la germination; lorsque celle-ci se termine, la couche ne doit guère avoir plus de 0m10 d'épaisseur.

Il faut remuer à la pelle l'orge de temps en temps, une fois par jour en hiver, et deux ou trois fois en été, afin de renouveler les surfaces, d'aérer le grain et de mieux répartir la température. Pour éviter d'écraser le grain, les ouvriers marchent nu-pieds ou chaussés de larges sabots ou de sandales en caoutchouc. Un léger renouvellement d'air doit être ménagé dans le germoir, car la germination des masses de grains qui s'y trouvent réunis développe une quantité considérable d'acide carboniqne, qui pourrait faire courir des dangers d'asphyxie aux ouvriers.

Lorsque les grains éprouvent au germoir une dessiccation notable, il faut les arroser légèrement. La germination se termine ordinairement dans un espace de huit à dix jours durant les saisons chaudes, et de douze à quinze jours vers la fin de l'automne. On reconnaît facilement le terme où la germination doit s'arrêter : c'est lorsque la gemmule a atteint un développement égal aux deux tiers de la longueur du grain; alors, en effet, l'orge germée recèle une proportion de *diastase* largement suffisante pour transformer l'amidon de tout le périsperme en dextrine et en glucose.

Dessiccation. — Lorsque la germination est arrivée au point convenable, on l'arrête par la dessiccation en étendant l'orge sur le plancher d'un grenier à l'air libre, puis dans une étuve à courant d'air que l'on désigne sous le nom de *touraille* (1).

La construction de cet appareil doit permettre d'y exposer le malt à un courant d'air graduellement réchauffé. En effet, si l'on dépassait tout d'abord la température de 57°, l'amidon contenu dans le grain humide formerait empois, et les granules d'amidon gonflés et soudés ensemble constitueraient, après la dessiccation, une masse dure, cornée, presque impénétrable à l'eau; l'amidon ne pourrait s'hydrater ni, par conséquent, être saccharifié. Lorsque le malt est à peu près sec, on peut sans crainte élever la température jusqu'à 90°, la diastase n'étant altérable à ce degré qu'en présence de l'eau.

Les appareils que l'on a employés pour dessécher sont nombreux; l'un des plus simples et des anciens se compose d'une plate-forme horizontale de 5 à 6 mètres de côté, et qui est formée de plaques de tôle percées et d'une toile métallique. Cette plate-forme repose sur une maçonnerie en forme de trémie ou de pyramide renversée, dont la partie inférieure reçoit le foyer, recouvert d'une voûte en brique, dont l'office est d'entretenir une température qui favorise la combustion et d'empêcher le rayonnement direct du foyer sur la plate-forme.

Pour activer la dessiccation dans ces tourailles et pour la rendre uniforme, il est nécessaire de retourner plusieurs fois l'orge.

Ces tourailles ont été améliorées par M. Chaussenot, qui, au lieu d'une seule

(1) Certaines bières très-délicates, notamment la bière de Louvain, se fabriquent encore avec des grains séchés à l'air libre, étendus en couches très-minces sur des greniers dont les planchers sont recouverts de plaques de laiton.

toile métallique horizontale, en a disposé deux l'une au-dessus de l'autre; le grain séché d'abord en une couche moitié moins épaisse sur la toile supérieure, où la chaleur est moins intense, complète sa dessiccation sur la toile inférieure, où il tombe par une trappe s'ouvrant au milieu de la plate-forme.

MM. Lacombe et Persac ont construit, à Louvain, une étuve à dessiccation continue qui réunit les conditions favorables d'un effet gradué, de l'économie et de la rapidité. L'air chaud provenant d'un calorifère s'élève dans un bâtiment rectangulaire, en passant à travers une série de toiles métalliques couvertes de malt, disposées en plans inclinés, alternativement en sens inverse, et disposées de telle sorte qu'elles peuvent être mobilisées sur un axe fixé à leur partie supérieure. Cet arbre, mû par une machine, soulève et laisse retomber alternativement la partie inférieure, comme les tables à secousses des usines métallurgiques.

Dans d'autres systèmes, les toiles sont fixes, et l'orge, placée sur le plan incliné supérieur, est dirigée et étendue, à l'aide de râcloires, sur chacun des plans inclinés inferieurs, de sorte que l'orge la plus sèche, arrivant au bas de l'étuve, se trouve en contact avec l'air le plus sec et le plus chaud, tandis que l'air, avant de sortir par le sommet, passe sur l'orge la plus humide et peut la saturer d'eau. La dessiccation, sur les anciennes tourailles, emploie 1,200 kil. de coke pour 100 hectolitres de malt: sur les tourailles à plans inclinés on ne consomme, pour la même quantité, que 900 kil.

Une autre étuve, construite par les mêmes ingénieurs, a pour but le remplacement des calorifères par plusieurs rangées horizontales de tubes superposés, dans lesquels circule de la vapeur; l'air passant entre ces tubes s'échauffe, et l'on règle la température par l'introduction de la vapeur.

La durée de la dessiccation varie évidemment suivant les appareils; elle est beaucoup plus prompte lorsqu'elle est produite méthodiquement, puisqu'on ne risque jamais d'altérer le grain au commencement de l'opération. Dans les tourailles ordinaires elle dure ordinairement 48 heures. Quant à la température, elle varie suivant la nature du malt que l'on veut obtenir.

On distingue trois variétés principales de malt. Le *malt pâle,* qui est celui le plus généralement employé sur le continent, pour les bières foncées en couleurs, s'obtient à une température qui ne doit pas s'élever au-dessus de 40° à 50°; le *malt ambré,* de couleur jaune plus foncé, est obtenu à une température de 60° à 70°; enfin le *malt brun,* qu'on ne prépare guère qu'en Angleterre pour servir à colorer la bière dite de *porter,* demande qu'on élève la température de 100° à 130°, pour torréfier l'amidon et caraméliser la glucose et la dextrine.

Pendant la dessiccation de l'orge, les radicelles sont devenues cassantes, et, se séparant du grain, passent en partie à travers les toiles métalliques de la touraille d'où on les recueille. Ce qu'il en reste est enlevé soit par un tarare à brosse et à ventilateur, soit, comme cela se pratique encore dans certaines brasseries, en le piétinant sur un plancher immédiatement à la sortie des tourailles. Si l'on attendait quelques temps avant d'effectuer cette séparation, les radicelles reprendraient, avec un peu d'humidité, de la souplesse, elles se briseraient alors très-difficilement.

Les déchets de malt, les radicelles, sont désignés sous le nom de *touraillons;* ils contiennent des proportions notables de substances azotées et minérales favorables à la végétation, aussi sont-ils employés avantageusement comme engrais. Le malt, traité comme il vient d'être décrit, est alors tel que le livrent les mal-

tiqué aux fabricants de Londres. Les brasseurs, en France, le préparent eux-mêmes et l'emmagasinent dans cet état.

Touraillage ou mouture. — Cette opération ne doit être faite que quelques jours avant le brassage, de sorte qu'elle peut être comprise dans la fabrication proprement dite de la bière; mais cette distinction n'est réellement applicable qu'à l'Angleterre, puisque, comme nous l'avons dit, les brasseurs des autres pays achètent le malt qu'ils emploient.

Avant la mouture, on doit laisser le malt exposé pendant quelques jours à l'humidité de l'air, afin de rendre la pellicule du grain plus souple et par conséquent plus friable. Si le temps manque, on supplée à cette exposition à l'air par une aspersion de 3 à 5 centièmes d'eau sur le malt avant de moudre.

Les grains ne doivent pas être réduits en poudre, sans cela, lors du brassage, ils se prendraient en une masse qu'il serait très-difficile de délayer et de dissoudre dans l'eau; au contraire, en le concassant simplement, l'eau pénètre dans les interstices que laissent entre elles toutes les parcelles du grain et son action est beaucoup plus active.

Différents appareils sont employés pour concasser le malt. En Hollande, en Belgique, en Allemagne, la plupart des brasseurs font encore la mouture aux meules horizontales; seulement, pour ne pas réduire le grain en farine, on a le soin de soulever un peu l'anille, de manière à ce que les meules soient suffisamment écartées. Quelquefois on fait usage d'appareils analogues aux moulins à café construits sur de grandes dimensions. Le système le plus répandu maintenant en Angleterre et en France est celui des cylindres horizontaux en fer et de fonte, tournant en sens inverse comme les laminoirs. Des lames d'acier s'appuient inférieurement sur chaque rouleau pour en détacher les matières qui adhèrent à leurs surfaces, et un troisième cylindre cannelé, placé au-dessous des deux autres, au bas de la trémie, sert à alimenter régulièrement.

Le malt broyé occupe environ le volume de un cinquième en plus de celui des grains avant la mouture.

DU BRASSAGE OU FABRICATION.

Le brassage ou la fabrication proprement dite de la bière comprend les manipulations suivantes : 1° la trempe ou saccharification; 2° la cuisson de la bière et son mélange avec le houblon; 3° la décantation ou filtration du moût; 4° le refroidissement; 5° la fermentation; 6° la clarification et le collage.

Trempe ou saccharification. — Cette première opération n'est autre que celle du *brassage*, dont la dénomination vient sans doute de ce qu'elle a été exécutée pendant longtemps à force de bras, d'où les noms de *brasseur, brasserie, brassin;* elle est destinée à extraire des grains non-seulement les matières solubles qu'ils renferment, mais encore toutes les matières susceptibles de le devenir par l'action combinée de l'eau, de la chaleur et de la diastase. Ce travail se fait ordinairement dans de grandes cuves en bois, dites *cuves-matières*, munies d'un double-fond percé d'un grand nombre de trous. Ce faux fond, destiné à supporter l'orge tout en facilitant l'introduction et l'écoulement du liquide, est placé à une faible distance au-dessus du fond; dans l'intervalle sont adaptés le robinet de vidange et un tube d'arrivée d'eau chaude. Un couvercle en bois en partie mobile ferme à volonté la cuve.

On verse le malt sur le faux fond, dit M. Payen, que nous continuerons à suivre, on fait arriver au-dessous dans la cuve de l'eau à 60°, une fois et demie le poids du malt employé, et l'on brasse le mélange. Ce travail fait à bras est produit à l'aide d'ustensiles appelés *fourquets,* sortes de fourches dont les dents courbes se réunissent au bout; mécaniquement c'est au moyen des *moulinets-brasseurs;* les uns sont formés de tiges ou palettes en métal montées sur un axe en fer qui tourne autour d'un axe central à la cuve, animé lui-même d'un mouvement de rotation relativement assez rapide que lui communique un moteur quelconque (1) ; les autres, au lieu de remuer la matière circulairement, la brassent de haut en bas et de bas en haut par le mouvement de rotation sur lui-même d'un arbre horizontal armé de bras en fer, qui ont en même temps un mouvement de translation circulaire autour de la circonférence.

Quelle que soit la cuve-matière dont on fait usage, dès que la *trempe préparatoire* est terminée, c'est-à-dire quand toutes les matières sont imbibées d'une certaine quantité d'eau tiède et que le mélange est reconnu assez homogène, on fait couler alors dans la cuve une nouvelle quantité d'eau à 90°, jusqu'à ce que la température du mélange soit portée à 70°. On brasse encore, puis on ferme la cuve, et on laisse la réaction se continuer pendant trois heures environ. Au bout de ce temps, la diastase développée dans le grain par la germination a transformé en dextrine et en glucose la plus grande partie de la matière amylacée. Le liquide ainsi obtenu par cette *première infusion* prend le nom de *moût.* On le soutire de la cuve-matière dans un réservoir (cuve plus petite nommée *reverdoire*), d'où il est monté, par une pompe ou un monte-jus, dans un réservoir supérieur, afin d'être distribué dans les chaudières où doit se faire la décoction du houblon.

Dès que l'écoulement de la première infusion est terminé, laquelle a enlevé au malt environ 0,6 de la matière sucrée qu'il peut fournir, on introduit dans la cuve-matière, pour une *deuxième infusion,* une quantité d'eau à 90°, des deux tiers ou de la moitié moindre que celle employée précédemment. Un nouveau brassage, puis un repos d'une heure environ, complètent la saccharification, et le moût soutiré est réuni au premier dans la chaudière à houblon.

On passe quelquefois à une *troisième infusion,* en procédant comme pour la deuxième, puis on achève dans tous les cas l'épuisement du moût avec de l'eau chaude de 80° à 90°, de façon à élever la température du mélange à 75° ou 76°; le produit sert ordinairement à la préparation de la petite bière.

On peut juger de la qualité de l'orge et des soins apportés dans toutes les parties de l'opération par les quantités d'extrait obtenu : les meilleures qualités d'orge anglaise ont fourni 0,45 à 0,46 correspondant à 0,58 ou 0,60 du poids du malt. En France et en Belgique, on obtient rarement plus de 0,40 du poids de l'orge correspondant à 0,533 du poids du malt.

Le malt épuisé et bien égoutté, que les brasseurs nomment *dréche,* s'emploie dans l'alimentation des animaux, et notamment des vaches laitières. Il renferme une partie des matières azotées et grasses, des phosphates de magnésie et de chaux, souvent encore de l'amidon, et le tissu organique du grain. La grande

(1) Dans le vol. XXII du *Génie industriel* nous avons donné le dessin d'un bon modèle de *moulinets-brasseurs* établi par M. Weinberger, ingénieur, dans la brasserie de M. Malengreau, à Ghislain.

proportion d'eau (45 à 50 p. 100) qu'il retient et le défaut de sels solubles nécessitent l'addition d'aliments secs (son, foin, paille) et d'un peu de sel marin.

Cuisson de la bière. — La cuisson de la bière a principalement pour but d'obtenir dans le moût une infusion de houblon qui, en lui cédant ses principes solubles, rend sa conservation facile et lui communique une saveur amère et fortement odoriférante. Les bières fortes reçoivent généralement plus de houblon que les légères, les bières brunes que les blanches, et les bières de garde que celles qui doivent être consommées jeunes.

Aussitôt que dans la chaudière il y a une suffisante quantité de moût pour qu'on puisse chauffer sans danger de le brûler, on allume le feu ou l'on fait arriver la vapeur, selon le mode de chauffage adopté, et l'on élève assez rapidement la température en ayant le soin de bien faire plonger le houblon dans le liquide, ce que l'on fait avec des râbles ou des fourches, ou encore avec des moulinets mécaniques placés au centre de la chaudière, comme cela se pratique dans certaines fabriques; mais on ne le porte généralement pas à l'ébullition avant que la seconde infusion ou trempe ne soit réunie à la première dans la chaudière.

Dès que les deux premières trempes sont réunies, on pousse le feu ou la vapeur, et on leur fait subir une ébullition de deux à quatre heures et plus, tantôt vive et courte, tantôt longue et faible, et souvent longue et forte en même temps, suivant que l'on brasse des bières blanches, jaunes ou brunes.

Les dernières trempes extraites de la cuve-matière servent ordinairement, comme il a été dit, à préparer une seconde qualité de bière, et subissent aussi une ébullition plus ou moins longue dans une seconde chaudière où l'on ajoute une faible proportion de houblon lorsqu'on y verse le moût, ou immédiatement après.

Décantation ou filtration du moût. — Quand la décoction du houblon est terminée, on soutire le liquide par un large robinet placé à la partie inférieure de la chaudière de cuite et on le fait couler dans les bacs à filtration, qu'on nomme généralement dans les brasseries *bacs à houblon*. Ces bacs sont communément en bois, munis d'un double-fond percé d'une infinité de petits trous comme ceux des cuves-matières; pour plus de simplicité, quelques brasseurs se servent des bacs refroidisseurs, en retenant le houblon dans la chaudière au moyen d'une pomme d'arrosoir placée dans la douille qui fait corps avec le robinet de décharge.

En Angleterre, les bacs à houblon sont généralement en fonte, à double fond et d'une forme rectangulaire; leur capacité doit être, dans tous les cas, au moins égale à celle de la plus grande chaudière, afin de pouvoir y vider complétement celle-ci en une seule fois pour laisser reposer le moût. Un repos d'une heure dans ces bacs suffit le plus ordinairement.

Refroidissement du moût. — En sortant des bacs à repos, le moût houblonné se trouve encore à une haute température qui varie entre 70° et 80°; il est indispensable d'abaisser cette température pour lui faire éprouver la fermentation alcoolique qui doit compléter sa transformation en bière usuelle. Or donc, avant de le faire passer aux *cuves de fermentation*, il faut le refroidir le plus rapidement possible afin d'éviter qu'il ne s'altère.

Ce refroidissement s'obtient de deux manières, soit en exposant simplement le moût à l'air libre, soit en profitant, pour obtenir plus rapidement l'abaissement de la température, de la grande capacité calorifique de l'eau froide.

Le premier procédé, le plus ancien et encore le plus généralement employé, s'opère au moyen de bacs réfrigérants, ou la couche de liquide n'a pas plus de 0m15 de hauteur ; ces bacs sont placés dans de vastes greniers entourés de persiennes, afin que l'air y circule librement. Dans un temps favorable, en été et en automne, lorsque l'air est le plus habituellement sec, la durée du refroidissement est de six ou sept heures ; mais dans des circonstances moins bonnes, quand l'air est saturé d'humidité, elle est de douze à quinze heures.

Les réfrigérants à eau froide que l'on a imaginés pour remplacer l'action longue, incertaine et variable de l'air, sont nombreux. En principe, ces appareils sont formés de conduits concentriques ou rectilignes en serpentin, dans lesquels l'eau froide circule en sens inverse du liquide chaud, de manière à donner lieu à un échange de température. Les réfrigérants, quels qu'ils soient, doivent toujours être faciles à nettoyer, afin qu'on ne soit pas exposé à y laisser séjourner une certaine quantité de moût ou les matières organiques que dépose ce liquide. Il faut donc avoir grand soin de laver à l'eau bouillante après chaque opération, afin d'éviter des dépôts qui pourraient compromettre et souvent causer la perte des brassins postérieurement versés sur ces bacs.

Fermentation. — La fermentation du moût est une opération par laquelle les éléments sucrés se transforment, tout ou en partie, en alcool et en gaz acide carbonique sous l'influence du ferment, du calorique et de l'eau. La fermentation se fait ordinairement en deux opérations; la première a lieu dans la cuve *guilloire,* et la seconde dans des tonneaux plus petits où il est plus facile de modérer la température, qui s'élève considérablement pendant la fermentation.

On détermine la fermentation en ajoutant au moût une quantité de levure qui varie, suivant la saison, de 2 à 4 kilog. par 1,000 litres. La levure que l'on emploie doit provenir d'une bière de même sorte, préparée dans une opération précédente; on la mélange d'avance avec une certaine quantité de moût, on laisse dans un lieu chaud jusqu'à ce qu'il y ait commencement de fermentation, on la verse dans la cuve et on remue vigoureusement, de manière à la répartir dans la masse entière du liquide.

La quantité de levure de bière obtenue pendant la fermentation, est cinq ou six fois plus considérable que celle qui a été employée pour la déterminer; elle se compose de deux parties, l'une qui se maintient au sommet du liquide, et qui forme la levure écumeuse, l'autre plus lourde se précipite au fond de la cuve guilloire. La levure en excès, lavée, puis fortement comprimée dans des sacs en toile, est vendue pour être livrée en détail aux boulangers, fabricants de liqueurs, etc. Aussitôt après l'addition de la levure, on ferme la cuve avec un couvercle, en réservant à celui-ci une bonde à soupape qui laisse échapper l'acide carbonique sans donner accès à l'air.

L'atelier de fermentation doit être clos et maintenu à une température bien régulière, voisine de 20°. On y ménage un courant d'air afin d'enlever l'acide carbonique qui se dégage et qui pourrait compromettre la santé des ouvriers.

La première fermentation se termine dans un espace de vingt-quatre à quarante-huit heures. Pendant sa durée, il se produit une grande quantité d'écume que, dans quelques brasseries, l'on fait passer par-dessus les bords échancrés de la cuve pour être conduite, au moyen d'une rigole, dans un caniveau commun à deux rangées de cuves; ce niveau en pente dirige l'écume vers un récipient

spécial. On entretient les cuves pleines au moyen d'un réservoir supérieur dans lequel une pompe déverse le liquide clair séparé de l'écume.

Le liquide est soutiré, et la fermentation est achevée dans des tonnes plus petites qui permettent plus aisément de régler ses progrès et où elle s'achève, pour les bières dont la consommation doit s'effectuer rapidement, en trente ou trente-six heures, tandis que pour les bières de garde on la ralentit de façon à la faire durer quelquefois des semaines entières; mais communément la durée de cette opération chimique varie de deux à six jours.

L'opération du transvasement du moût pendant la fermentation se désigne sous le nom de *guillage;* les tonnes qui le reçoivent sont munies en dessus de larges bondes qui servent à écouler la levure au fur et à mesure qu'elle se forme, et à laver ces vases lorsqu'ils sont placés dans les celliers dits *entonneries,* où ils sont disposés, rapprochés les uns des autres, de manière à recueillir aisément la levure qui en sort et les remplir de nouveau lorsqu'une partie du liquide s'en est écoulée par la fermentation.

Clarification et collage. — Les bières faibles que l'on prépare à Paris, s'expédient chez le consommateur immédiatement après que la fermentation est terminée; on bouche les quarts au moyen d'une bonde qu'on lute avec de la terre glaise. Mais cette bière que l'on a obtenue par une fermentation très-rapide, contient en suspension des matières étrangères qui la rendent trouble, et que l'on doit enlever par une clarification instantanée; cela est nécessaire parce que ces bières ne peuvent se conserver plus de six semaines. Cette clarification se fait généralement chez le consommateur; elle est basée sur l'emploi de colle de poisson que l'on prépare, à cet effet, de la manière suivante :

Après l'avoir humectée, on l'écrase sous le marteau, puis on la met tremper dans de l'eau pendant douze ou vingt-quatre heures, en renouvelant l'eau deux ou trois fois en hiver et quatre ou cinq fois fois en été. On la malaxe ensuite fortement avec dix fois son poids de vieille bière tournée à l'acide, qui facilite sa division en la gonflant; on étend la gelée transparente qui en résulte avec une bière légère et on passe le tout à travers un linge ou un tamis très-fin, qui retient le grumeau. On ajoute un dixième d'alcool ou un vingtième d'eau-de-vie si on veut conserver ce mélange quelque temps, quinze à vingt jours en été, cinq à six semaines en hiver.

Lorsqu'on veut opérer la clarification, on mêle bien cette colle en gelée, dite *ichthyocolle,* avec deux ou trois fois son volume de bière; à cet effet, on la bat fortement avec un petit balai en osier, à brins très-écartés, puis on verse la mixtion dans la pièce à clarifier, et l'on mélange bien en fouettant vivement la bière avec un petit faisceau de baguettes, après quoi on bouche la tonne et on laisse reposer six à huit jours, pendant lesquels la clarification s'opère par dépôt. Les proportions d'ichthyocolle doivent varier selon les qualités et les espèces de bières, mais elles sont généralement comprises entre un et trois décilitres par hectolitre.

Les renseignements généraux qui précèdent, et que nous avons empruntés, comme nous l'avons dit, à la *Chimie industrielle* de M. Payen et au *Traité* de M. Lacambre, permettront de suivre plus aisément la série des opérations effectuées dans la brasserie de M. Boucherot, et aussi de mieux apprécier les nouvelles dispositions des appareils spéciaux qui,

installés depuis quelques années seulement par MM. Séraphin frères, donnent les résultats les plus satisfaisants.

DESCRIPTION DE LA BRASSERIE

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 5 DES PL. 36 ET 37.

La fig. 1re de la pl. 36 est un plan général, suivant une section faite par la ligne 1-2, à la hauteur du rez-de-chaussée, des bâtiments consacrés à l'ensemble de la fabrication, comprenant le malt, la cuisson du moût, la fermentation de la bière, l'entonnerie, etc.

La fig. 2 est une section verticale faite suivant le sens de la longueur des mêmes bâtiments, par la ligne 3-4 du plan.

Ces deux figures sont dessinées à l'échelle de 1/400 de l'exécution.

Les fig. 3, 4 et 5 de la pl. 37, représentent à une échelle double des figures précédentes, c'est-à-dire à 1/200, la portion des bâtiments plus spécialement attribuée à la fabrication proprement dite de la bière ; la fig. 3 étant une section horizontale faite à la hauteur de la ligne brisée 5-6-7-8, la fig. 4 une section transversale suivant 9-10, et enfin la fig. 5 une coupe longitudinale par la ligne 11-12.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE LA BRASSERIE.

L'entrée principale de la brasserie de M. Boucherot se trouve, comme nous l'avons dit, sur le quai du grand bras de la Seine, non loin du pont de Neuilly ; une large porte, flanquée de deux bâtiments servant de bureaux et d'habitation, donne accès dans une grande cour où les chariots pénètrent pour enlever les gros tonneaux remplis de bière et les conduire aux caves qui sont situées un peu plus loin, avenue du pont de Neuilly, dans la direction de Courbevoie.

Disons de suite que ces caves, au nombre de douze, sont très-bien construites ; elles ont 20 mètres de profondeur et peuvent contenir chacune douze cents hectolitres de bière ; elles donnent toutes dans une galerie de 27 mètres de longueur, munie de rails. Au-dessus, de niveau avec l'avenue de Courbevoie, une cour les recouvre, c'est par là que les tonnes montées sur train arrivent, et leur contenu, d'abord versé dans une première cuve surélevée où il séjourne quelque temps, est ensuite réparti dans les foudres qui garnissent des deux côtés les caves inférieures sur deux rangées parallèles.

En contre-bas de ces caves est creusé un grand bassin plein d'eau, qui, l'hiver, fournit la glace pour remplir des glacières pratiquées entre chaque cave afin de maintenir en toute saison la bière à une basse température. Dans ce but, les portes qui font communiquer chaque cave avec la galerie sont hermétiquement closes, et les glacières qui les séparent sont fermées à leur ouverture par des sacs de laine ; la galerie

elle-même est cloisonnée par des portières qui se referment derrière les sommeliers.

Dans la cour d'entrée de la brasserie, en face de la porte principale, se trouve la grande salle ouverte A (fig. 1, 4 et 5), qui sert à l'emplissage des tonnes et au-dessus de laquelle sont montés les appareils de la fabrication : cuves-matières, chaudières de cuites à évaporer, etc., etc.

A droite de la cour d'entrée un petit bâtiment sert d'écurie, et à gauche se trouve la tonnellerie et un petit atelier de réparations. Latéralement à l'usine, une rue perpendiculaire au quai laisse arriver les charrettes qui apportent l'orge et les autres ingrédients dans une cour moins vaste B (fig. 1) qui existe par derrière.

Derrière cette cour se trouve un jardin; sur l'un des côtés, un bâtiment B' à trois étages avec sous-sol, et dont les planchers sont supportés par des colonnes *b*, afin que chaque étage ne présente qu'une seule et vaste chambre destinée à recevoir l'orge que l'on y dépose pour germer. A droite de la porte d'entrée, une sorte de hangard C sert de fosse à charbon et, sur le devant, une salle fermée C' est utilisée comme remise de voitures; le rez-de-chaussée du bâtiment de gauche est divisé pour servir à la fois de logement au concierge, de petite remise, et, par derrière, d'écurie pour quatre chevaux.

Près de la remise, un escalier *c* donne accès aux étages supérieurs qui servent de magasins à l'orge non germée. Non loin de cet escalier, une porte *c'* permet de pénétrer dans une galerie D, qui n'a pas moins de 40 mètres de longueur, sur 4m 20 de largeur; cette galerie sert d'entonnerie et est pourvue à cet effet des tonnes verticales D', qui reçoivent la bière en fermentation que l'on extrait des cuves E' logées dans les deux chambres E, lesquelles sont en communication par les deux portes *d* avec ladite galerie. Celle-ci, par la porte *d'*, débouche dans la salle A donnant dans la cour d'entrée, dispositions qui permet un service facile pour le soutirage de la bière des tonnes de fermentation dans les tonneaux destinés à transporter la bière aux celliers de l'avenue du pont de Neuilly.

Parallèlement à l'entonnerie, mais longeant le mur opposé à celui des chambres de fermentation, règne un couloir ou corridor F dans lequel débouchent les portes des quatre germoirs voûtés F', qui sont précédés d'un germoir plus grand en sous-sol G dans lequel on descend par l'escalier *e*.

On arrive à cet escalier par un couloir G' dont la porte se trouve dans la cour d'entrée, et qui est en communication par les baies *e'* avec la grande salle A, de telle sorte que l'on peut se rendre et transporter les produits de cette cour dans celle de derrière et *vice versa*, soit en suivant les couloirs G' et F et le passage *f*, dans lequel deux cuves-mouilloires *f'* ont été installées, soit en parcourant la galerie de l'entonnerie.

Par le couloir G on se rend aussi dans la chambre du moteur à va-

peur *g*, qui est éclairée par une large ouverture vitrée du côté de la cour, et isolée du mur principal par une petite cour *g'*. De même pour la chambre des générateurs H, qui forme à elle seule un petit bâtiment couvert, comme on le voit bien fig. 4, dans une petite cour, isolée du mur de clôture; le fourneau est construit en sous-sol, et l'on descend jusqu'aux portes des trois foyers par un escalier *h* précédé d'un large palier qui, par une passerelle légère *h'*, conduit sur le massif surmonté des trois dômes de prise de vapeur H', d'où partent les tuyaux qui conduisent la vapeur dans la boîte de distribution de la machine motrice, aux cuves-matières et aux chaudières à évaporer.

Dans une petite cour carrée ménagée derrière la grande salle principale, s'élève la cheminée qui reçoit les produits de la combustion des trois foyers des chaudières et de deux fourneaux I, destinés au chauffage des tourailles dans lesquelles s'effectue la dessiccation de l'orge germée.

Ces tourailles, dans la brasserie de M. Boucherot, sont composées de trois chambres étagées I' (fig. 5) entièrement closes (on voit les portes *i* de ces chambres fig. 2), et dont chaque plancher est un tissu métallique soutenu par de petites solives de fer; au lieu de chauffer à feu nu, on a disposé sous la toile métallique des tuyaux en tôle recevant les produits de la combustion. Leur forme est prismatique de façon à présenter une arête et deux plans triangulaires inclinés, les germes et les poussières qui tombent à travers les mailles du treillage lorsqu'on remue l'orge à mesure qu'il se dessèche, ne peuvent donc séjourner sur ces prismes comme sur des cylindres.

Au-dessus de la grande salle principale A, se trouve la chambre dite de fabrication A', qui renferme les cuves-matières et les chaudières de cuisson, et qui n'a pas moins, comme la grande salle, de 17^{m}650 de longueur, sur 11^{m} 250 de largeur; elle est aussi d'une grande élévation et couverte par une couverture légère en fer.

Les cuves-matières sont encastrées mi-partie dans l'épaisseur du plancher, et soutenues chacune par quatre colonnes en fonte *j* dont la base s'appuie sur le sol de la salle inférieure. Le plancher en fer et briques de celle-ci est lui-même supporté par deux rangées de colonnes en fonte *a* qui, plus nombreuses du côté des chaudières à évaporer, s'élèvent au-dessus du plancher pour soutenir une large plate-forme J établie à la hauteur des chaudières de cuite.

On arrive à cette plate-forme par un large escalier central J' (fig. 3 à 5), qui est comme celle-ci entièrement en métal poli et brillant, ainsi que les rampes latérales, dispositions qui rend le service commode, la propreté facile à entretenir et l'ensemble de l'atelier d'un très-bel aspect.

On se rend dans la chambre de fabrication par l'escalier K (fig. 1, 3 et 5) établi dans la petite cour occupée en partie par la cheminée et les fourneaux de la touraille. Cet escalier part du fond de la grande salle et, au moyen d'un palier, est dirigé à droite sur ladite chambre de fabrica-

tion, et, en tournant à gauche, vers la porte de la galerie K' (fig. 3) qui contient des cuves-mouilloirs f^2.

On communique de cette galerie par l'escalier *k* avec la plate-forme des chaudières, et, par la porte *k'*, avec le premier étage du bâtiment de gauche où se trouvent les cuves *guilloires* L, qui reçoivent le moût sortant des chaudières de cuisson pour être ensuite versé dans les tonnes de fermentation logées directement au-dessous, au rez-de-chaussée.

Le deuxième et le troisième étage de ce même corps de bâtiment, dans lesquels on se rend par l'escalier *l*, contiennent les bacs refroidissoirs L'.

Maintenant que nous avons donné un aperçu sommaire des dispositions générales de la brasserie, nous allons entrer dans la description détaillée des divers appareils employés; nous suivrons l'ordre de la fabrication qu'il nous suffira, du reste, de rappeler puisque déjà nous en avons fait connaître les principaux éléments.

CUVES-MOUILLOIRS, GERMOIRS, TOURAILLES, BLUTOIR ET CONÇASSEUR.

L'orge apportée dans des sacs, élevés au moyen d'un *tire-sac* mécanique dans les greniers, est passée tout d'abord dans le tarare M (voyez fig. 2, pl. 36), d'où elle sort convenablement nettoyée et purgée de toute matière étrangère, dans une vis sans fin *n* qui, par l'élévateur à godets *m'*, et la vis supérieur m^2, la conduit dans le magasin situé à l'étage B^2.

Cuves-mouilloirs. — Au fur et à mesure des besoins on porte cette orge dans les bacs en tôle *f'* et f^2, dits *cuves mouilloirs*, que l'on a le soin d'entretenir dans un état de propreté parfaite par des lavages après chaque opération. On renouvelle l'eau deux ou trois fois le premier jour, et, s'il y a lieu, une ou deux fois le second et le troisième jour. Les grains sont suffisamment imbibés lorsqu'ils se plient facilement par le milieu sans se rompre ; ils sont alors propres à germer.

Germoirs. — La germination a lieu dans les celliers F' et G, vastes souterrains voûtés de 20 mètres de longueur, bien dallés et parfaitement cimentés ; comme annexe, les trois étages du bâtiment B' (fig. 1 et 2) servent au même usage, ce qui porte le nombre des germoirs à huit, lesquels permettent de traiter à la fois 213 sacs d'orge ; la température est maintenue autant que possible à 10° Réaumur. Sur l'aire de ces germoirs, l'orge primitivement égouttée, est étalée en couches de moins en moins épaisses à mesure que le grain germe le plus rapidement.

C'est l'instant délicat de la fabrication du malt ; le grain est surveillé soigneusement et retourné deux ou trois fois par jour. En quatre ou cinq jours la diastase est produite. La plupart des grains ont alors quatre ou cinq radicelles, et le gonflement à la plumule saillie sur les deux tiers environ de la longueur. Cependant M. Boucherot a reconnu qu'en ralentissant la germination, au point de ne la faire opérer qu'après un séjour

de douze ou quinze jours au germoir, il obtenait un malt d'une qualité supérieure, aussi s'est-il arrêté à ce dernier terme.

Touraillés. — Après un séchage, vingt-quatre heures environ dans de vastes greniers bien aérés, on pousse le grain portant encore son germe dans les étuves I′, dites touraillés, dont nous avons parlé plus haut et qui présentent environ 80 mètres de superficie ; elles sont chauffées par les deux calorifères I (fig. 3 et 4,) et, en outre, par la chaleur perdue des générateurs. La température de l'étage supérieur est maintenue à 45°, tandis que celle inférieure peut s'élever jusqu'à 70°. Plus l'orge est humide, plus la dessiccation doit être conduite avec ménagement pour éviter la formation de l'empois. La coloration du malt, comme on l'a vu, est d'autant plus foncée que l'orge a été soumis à une température plus élevée, d'abord pâle 50°, puis ambrée 70° environ, elle peut devenir brune par l'augmentation de ce degré, la coloration demandée pour la bière sert de règle à cet égard.

On retourne l'orge deux ou trois fois à chaque étage, et on la fait descendre par des trappes disposées dans l'épaisseur de chaque plancher. La durée du touraillage est de vingt-quatre à trente heures.

Toutes les manipulations des grains se font au moyen de coffres ovales basculant sur un galet dépassant un peu une partie plate qui peut soutenir le coffre vertical pendant qu'on le charge ; la plus légère inclinaison change ce coffre en brouette, en faisant porter le poids sur le galet ; en donnant une secousse en sens inverse, le poids du grain fait basculer l'appareil qui se vide en culbutant sur ses flancs cintrés.

Blutoir. — De la touraille, l'orge est entassée sur le plancher de l'étage B^3, et là on la déverse dans l'auge d'une vis sans fin *n* (fig. 2 et 3) en communication par son autre extrémité avec la chaîne à godets *n′*, celle-ci l'élève dans la vis supérieure n^2, qui, enfin, en alimente l'appareil blutoir N, destiné à la débarrasser des radicelles ou *touraillons* qui y sont encore attachés, et qui forment en poids 6 ou 7 p. 100 vendus comme engrais.

Concasseur. — Tout près de ce blutoir sont disposés deux petits moulins à cylindres horizontaux N′, à rayures obliques assez serrées, dont l'un marche un peu plus vite que l'autre, de façon à écraser légèrement l'orge sans en séparer l'écorce. Par des conduits *o*, l'orge ainsi concassée, et qui, dans cet état, n'est autre que le *malt* proprement dit, descend à l'étage inférieur (comme on le voit fig. 1), dans un sac placé sur le plateau d'une romaine ; ce sac, lorsque le poids voulu est complété, est remplacé immédiatement par un autre, et ainsi de suite.

Nous décrirons plus loin les dispositions de la transmission de mouvement qui actionne mécaniquement tous ces appareils.

CUVES-MATIÈRES, CHAUDIÈRES DE CUITE ET ACCESSOIRES.

Nous arrivons maintenant à la description des appareils dans les-

quels s'effectue la fabrication proprement dite de la bière, et qui sont principalement les cuves-matières et les chaudières de cuite.

Les fig. 3, 4 et 5 de la pl. 37, montrent les dispositions d'ensemble de ces appareils réunis.

Les fig. 6 et 7 de la pl. 36 représentent, en section verticale et en plan, à l'échelle de 1/50, une des cuves-matières, la plus grande;

Les fig. 8, 9 et 10 sont des détails agrandis (à 1/10) de divers assemblages de cette même cuve.

La fig. 11 de la pl. 37, est une section verticale de la grande chaudière de cuite, dite à évaporer;

Les fig. 12 et 13, des détails à une plus grande échelle de cette chaudière.

Cuve-matière. — Comme on le voit, sur les figures d'ensemble, il y a deux cuves-matières de construction identique, mais d'inégales dimensions, quant au diamètre; la plus grande, dessinée en détails, fig. 6 à 10, peut contenir 175 hectolitres, sa surface de chauffe étant de 17^{mq} 200, tandis que l'autre ne contient que 134 hectolitres.

Elles sont composées chacune d'une première capacité cylindrique en tôle de fer O, de 10 millimètres d'épaisseur, et de 1^{m} 400 de hauteur, ouverte en dessus. Le fond est pourvu d'une plaque centrale *e* (fig. 7 et 8), en cuivre rouge, percée d'une grande quantité de petits trous coniques.

Une enveloppe à double fond O′ entoure la cuve sur la moitié de sa hauteur environ. C'est dans cette enveloppe que, par le tuyau *o′*, arrive la vapeur destinée au chauffage, laquelle s'échappe ensuite après s'être en partie condensée par le tube o^2, muni d'un robinet avec soupape de retenue O^2, d'une disposition semblable à celle du robinet destiné au même usage de la chaudière de cuite, et qui est représenté en détail, fig. 13.

L'enveloppe et le double fond sont en tôle, et, comme la cuve, ont 10 millimètres d'épaisseur, renforcés tous deux par deux cornières en fer *p* qui, en outre, réunissent les deux parties demi-cylindriques dont l'appareil est formé; des tasseaux en fer *p′* (fig. 10) sont interposés entre les deux parois pour en maintenir l'écartement et empêcher leur déformation sous la pression de la vapeur.

Le centre de cette cuve est occupé par l'arbre vertical P qui, reposant sur une crapaudine p^2 boulonnée au faux fond (fig. 8), est maintenu par un collet ménagé à cet effet au milieu de la traverse en fonte P′, boulonnée par ses deux extrémités sur la cornière qui raidit le bord supérieur de la cuve.

Cet arbre est animé d'un mouvement de rotation au moyen de la paire de roues d'angle Q, actionnées elles-mêmes par la poulie P^2 fixée sur l'arbre horizontal du pignon, et à côté de laquelle est montée folle une seconde poulie, qui permet d'interrompre le mouvement en fai-

sant glisser la courroie sur sa circonférence, au moyen d'une fourchette d'embrayage que l'on manœuvre à l'aide d'une tige à vis et de la manivelle *q*.

Sur l'arbre P est montée la douille *q'* qui porte les deux palettes Q', obliquées inversement, et au moyen desquelles s'effectue le brassage ; mais comme ces palettes en tournant ne feraient qu'entraîner le liquide dans un mouvement giratoire, deux grilles Q^2, que l'on peut développer plus ou moins, à volonté, sur leurs charnières q^2, et que l'on arrête au moyen de chaînes, forment des obstacles sur lesquels le flot vient se briser en produisant des remous utiles à la perfection du malaxage.

Bien que toute la masse du liquide et des matières solides qu'elle tient en suspension se trouve en mouvement par l'emploi combiné des palettes rotatives et des grilles, il est utile, pour assurer le brassage de tous les points, d'agiter circulairement toute l'épaisseur de la couche.

Ce résultat est obtenu en rabattant les grilles contre la paroi interne de la cuve, et en faisant monter puis descendre graduellement les palettes le long de l'arbre vertical P, à l'aide du grand volant horizontal R.

Voici alors ce qui se produit lorsqu'on agit sur ce volant : on fait tourner une vis *r* (voyez le détail fig. 8), au sommet de laquelle il est claveté, et qui est logée dans l'intérieur dudit arbre, creusé d'une rainure longitudinale à cet effet ; cette vis traverse un écrou en bronze *r'* fixé dans le moyeu *q*, aux bras duquel sont boulonnées les palettes Q'; alors, naturellement, celles-ci montent ou descendent suivant que l'on a tourné la vis à droite ou à gauche.

L'opération du brassage dans cette cuve où se fait la saccharification des parties amylacées, sous l'influence de la diastase développée par la germination, est conduite de la manière suivante : le soir on verse le malt contenu dans des sacs, on l'immerge dans l'eau froide et on brasse pour donner de l'homogénéité au mélange.

Le lendemain matin on procède à la *trempe à l'eau chaude;* on fait arriver par le tuyau V' (fig. 6), à travers la plaque perforée *o* du faux fond, de l'eau chaude, et l'on fait ensuite arriver de la vapeur jusqu'à ce que la masse atteigne 47°, et on brasse ou vague en même temps pour empêcher la chaleur de saisir la farine. Cette eau chaude additionnée à celle versée la veille complète la totalité à employer ; leur volume est double de celui de la bière marchande ordinairement obtenue.

Après quelques heures de brassage, au moyen de l'une ou de l'autre des deux pompes *s* (fig. 3 à 5), on élève le moût dans les chaudières de cuite où on lui fait subir une première ébullition, puis on le fait retourner à la cuve-matière ; il y subit une *première trempe épaisse,* on vague en maintenant la température à 53° ; la pompe le remonte de nouveau et, après une deuxième ébullition, on passe à la *deuxième trempe épaisse,* celle-ci à la température de 65°.

Après un repos d'un quart d'heure, on remonte encore le liquide, que

l'on fait bouillir de rechef, puis on procède à une *troisième trempe* dite *épuratoire*, que l'on opère avec un brassage à fond, à la température de 75°.

Le moût tiré au clair tombe dans la *cuve reverdoir* R^2. Le malt resté dans la cuve est mouillé de nouveau et cette dernière trempe sert à faire la petite bière ; ce jus peu riche pourrait aussi être distillé.

Nous ferons remarquer ici que ce qui distingue particulièrement la fabrication de la bière dite de Bavière des autres fabrications, c'est que dans celles-ci on ne fait cuire que le moût débarrassé du malt, tandis que, comme on l'a vu dans les opérations que nous venons de décrire, on fait cuire dans la chaudière une partie du malt contenu dans la trempe. Cette cuisson, qui reçoit le nom de *dickmaisch* (cuite à malt trouble), permet d'obtenir des bières à la fois plus alcooliques et plus moelleuses.

Ce mode de fabrication met dans la nécessité de remuer continuellement les matières, et malgré toutes les précautions possibles, si les chaudières étaient chauffées à feu nu, il serait bien difficile de maintenir la température au degré convenable, et le moindre coup de feu pourrait altérer le moût. Les chaudières chauffées à la vapeur par un double fond évitent cet inconvénient. La cuve-matière disposée comme on l'a vu, permet de conduire chaque trempe au degré de température convenable, et l'importante opération du *dickmaisch* peut ainsi se faire complète et non partielle, sans interrompre le mouvement du moulinet-brasseur.

Quelques essais avaient été successivement tentés dans ce but : 1° avec des chaudières chauffées au moyen d'un serpentin, mais la difficulté du nettoyage rendait ce procédé impraticable, dans cette manipulation où la propreté est une des conditions de la réussite ; 2° avec les chaudières chauffées à la vapeur au moyen d'un double fond, mais ces chaudières étaient à échappement libre, et la déperdition du charbon augmentait la consommation du charbon dans de trop grandes proportions.

Le problème consistait à réunir la propreté et l'économie du combustible ; c'est ce qui a été atteint par les dispositions de la cuve-matière décrite et par celles des chaudières de cuite à évaporer.

Chaudières de cuite. — Par les fig. 3 et 5, pl. 36, on voit que ces chaudières sont groupées pour desservir par paire les deux cuves-matières. Les plus petites ont une contenance réelle de 4550 litres, mais elles ne sont jaugées qu'à 35 hectolitres, et leurs surfaces de chauffe est de $5^{mq}25$; le volume total des grandes est de 8116 litres, et la surface de chauffe de $8^{mq}10$, leur jauge est de 64 hectolitres.

Ainsi 35 et 64 hectolitres sont les capacités reconnues par l'administration de la régie, la hausse ou le cordon *s'* de chaque chaudière S, n'est pas compris et est toléré pour remplacer les réserves (1).

(1) « L'industrie de la brasserie, dit M. J.-A. Barral, dans un article du *Journal d'agriculture pratique* sur la brasserie de M. Boucherot, est encore régie par la loi du

Ces chaudières, qui sont en cuivre rouge, sont exécutées chacune en deux parties; l'une, la calotte sphérique, a 11^{mill} 5 d'épaisseur pour le grand modèle et 10^{mill} 5 pour le petit, et est enveloppée par le faux fond S', qui a 32 millimètres d'épaisseur. Celui-ci est fondu avec une tubulure sur laquelle vient se fixer la soupape en bronze S^2 (fig. 11 et 12), par laquelle on fait arriver la vapeur venant du générateur; sa sortie, après qu'elle a transmis la plus grande partie de son calorique à la chaudière, a lieu par une tubulure inférieure munie d'un robinet à soupape s^2 (fig. 11 et 13), laquelle, lorsque la clef est ouverte, se soulève sous la pression d'une quantité que l'on règle à volonté au moyen d'un bouchon à vis disposé directement au-dessus de ladite soupape.

Au-dessus de l'enveloppe en fonte, la seconde partie de la chaudière qui est reliée à la première par son rebord et un cercle en fer boulonné avec la bande en fonte (voir fig. 12), n'a, ainsi que le cordon *s'*, que 3 millimètres d'épaisseur, ce qui est suffisant puisqu'il ne reçoit pas la pression de la vapeur. Cette partie est entourée par des douves en bois avec garnitures non conductrices interposées, afin d'empêcher la déperdition de la chaleur. Le fond et le faux fond sont percés pour opérer la vidange, qui s'effectue par le tuyau en cuivre T adapté à la tubulure, et muni d'un robinet *t* que l'on ouvre en temps opportun.

Chaque chaudière se ferme par un couvercle en cuivre T', de 2^{mill} 5 d'épaisseur, qui communique avec une cheminée T^2 destinée à l'appel des vapeurs, et le long de laquelle peut glisser librement un fourreau *t'* faisant corps avec ledit couvercle ; son soulèvement et sa descente sont facilités par un système de suspension au moyen de chaînes qui, passant sur des galets t^2, portent à leurs extrémités des contre-poids lui faisant équilibre. Un cadre en fer, soutenu par de petites colonnes en fonte, supporte les axes desdits galets.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, c'est dans ces chaudières que l'on produit l'ébullition après les trempes successives dont il a été question, et qui se terminent par le tirage au clair du moût que l'on fait écouler dans la cuve reverdoir R^2.

Pompes et accessoires. — Au fur et à mesure de son écoulement, la pompe *s* monte à nouveau ce moût clarifié dans la chaudière préalablement nettoyée, et on l'y fait bouillir encore, mais cette fois deux, trois ou quatre heures, avec le houblon; celui-ci dans la proportion, pour la fabrication qui nous occupe, de 2 kilog. pour 100 kilog. de malt.

28 avril 1816. D'après cette loi, le droit est à payer sur la contenance de la chaudière. Il en résulte que, pour que les intérêts ne fussent pas lésés, les brasseurs devaient conserver du bouillon d'orge pour remplacer l'évaporation produite par la cuisson. Cette réserve se faisait dans un vase spécial et le bouillon était susceptible de s'altérer. Depuis quelques années les brasseurs ont été autorisés à souder à la chaudière une hausse destinée à recevoir cette réserve, qui alors s'évapore continuellement pendant la cuisson; de là cette différence entre la capacité réelle et la jauge. »

Le moût est redescendu dans la cuve-matière, et, en passant entre le double-fond, se filtre au moyen de trous qui sont pratiqués dans le fond, puis, par le robinet r^2 (fig. 6 et 7) muni d'un flotteur qui arrête l'écoulement automatiquement au niveau voulu, se déverse dans la cuve reverdoire. La pompe correspondante *s* puise dans cette cuve et, par le tuyau *u* qui s'élève verticalement pour recevoir celui horizontal *u'* (fig. 4 et 5), monte le liquide dans les bacs rafraîchissoirs L' où, pour le ramener à la température ambiante, il reste jusqu'au lendemain matin.

Si on pouvait obtenir par tous les temps une température d'environ 8°, ce serait le résultat le plus satisfaisant. Nous avons parlé plus haut (page 416) des réfrigérants à eau froide : M. Boucherot étudie en ce moment les moyens d'employer le froid artificiel.

Le liquide houblonné refroidi est déversé dans les cuves *guilloires* L, grands bacs en tôle doublée de cuivre, dans lesquels on ajoute 3 ou 4 kilogrammes de levûre délayée pour 1000 litres, et la fermentation commence; lorsque l'on a reconnu qu'elle est bien réglée, on envoie le moût dans les tonnes de fermentation E', maintenues de 15° à 18°; l'été on a recours au refroidissement factice au moyen de serpentins E^2, disposés, comme on le remarque fig. 14, à l'intérieur des tonnes, et dans lesquels on fait circuler de l'eau de puits pour modérer la fermentation. C'est dans ces tonnes que la bière se fait pendant une huitaine de jours. Dans la vaste salle qui les enferme sont disposés encore d'autres tuyaux qui peuvent laisser échapper de cette même eau en pluie, afin de maintenir la température autant que possible à 12° environ.

La levûre se dépose au fond, puis on soutire le liquide pour l'envoyer dans les tonneaux D' (fig. 1), renfermés dans la grande galerie D, dite *entonnerie,* où la fermentation continue encore pendant huit jours. La bière dans cet état est transportée dans les caves où elle s'achève lentement dans un temps qui n'a pas de limite, mais qui pourtant ne doit pas être moins de huit jours. Lorsqu'on la juge suffisamment clarifiée et reposée, on la soutire dans de petits tonneaux nommés *quarts,* contenant cinquante ou soixante litres, assez solidement construits pour supporter une pression d'air comprimé. C'est en effet, par ce moyen, comme on sait, que des caves du limonadier elle remonte par des tuyaux jusqu'au robinet qui la verse directement dans les vases destinés aux consommateurs.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT.

Pour que nos lecteurs puissent bien se rendre compte des dispositions spéciales de la brasserie, il ne nous reste plus qu'à faire connaître les organes qui transmettent le mouvement aux divers appareils que nous venons de décrire.

Disons d'abord que les trois générateurs H, à un corps cylindrique chacun et à deux bouilleurs, peuvent fournir une quantité de vapeur représentant 30 chevaux de force, mais que la machine motrice *g* n'est que de 12 chevaux effectifs ; le surplus de la production peut ne pas être indispensable pour le chauffage des cuves-matières et chaudières de cuite. Aussi, le plus ordinairement, deux fourneaux seulement sont en feu, ce qui, au besoin, rend facile les réparations à l'un ou à l'autre des trois générateurs.

La machine à vapeur *g* (fig. 1 et 2) est à cylindre horizonta ; sur l'arbre du volant est clavetée une grande poulie *p'* (fig. 1 et 3), qu transmet le mouvement à l'arbre de couche supérieur U sur lequel sont calées les poulies de commande. L'une de ces poulies actionne un groupe de trois pompes verticales U', qui sont montées dans une excavation assez profonde afin de se trouver plus près du niveau de la Seine, dans laquelle un fort tuyau qui traverse sous le quai va puiser l'eau nécessaire à la fabrication, et l'envoie dans de grands réservoirs en tôle établis à l'étage supérieur, au-dessus de la petite cour Z (fig. 1 et 3), à laquelle se trouve adossée la chambre de fabrication.

Une pompe rotative U^2, commandée par la poulie p^2, est installée près des premières; elle aspire dans un puits dont l'eau est utilisée pour la réfrigèration des cuves de fermentation, les lavages, etc.

L'arbre de couche U actionne directement le crible N et les deux moulins du concasseur de l'orge germée N'; une de ses poulies, celle *v*, par la poulie *v'*, donne le mouvement à l'arbre principal V, qui règne sur toute la longueur de la chambre de fabrication et se prolonge de l'autre côté jusqu'au fond de la cour où se trouve la cheminée.

Cet arbre, par les poulies V' et les courroies qui embrassent les poulies P^2, actionne l'appareil brasseur des cuves-matières, et, par les poulies V^2, donne le mouvement aux pistons des pompes verticales *s*, qui servent, comme on l'a vu, à l'élévation du moût de la cuve reverdoir dans les chaudières de cuite et aux bacs refroidissoirs.

Avant de traverser la cour, près du mur de la chambre, une poulie v^2, par une courroie qui passe à travers le plancher (voyez fig. 4), actionne un petit arbre muni d'une roue d'angle engrenant avec un pignon fixé à l'un des bouts de l'arbre horizontal *x*; l'autre extrémité de cet arbre porte la poulie *x'* qui commande la pompe rotative X, destinée au soutirage de la bière des tonnes de fermentation D' dans les gros tonneaux que l'on transporte sur les haquets aux caves où elle s'achève et se conserve.

L'arbre V prolongé est encore muni, tout à fait à son extrémité, d'une poulie x^2 et d'une roue d'angle *y* (fig. 3); la poulie commande un petit arbre intermédiaire X' sur lequel sont fixées deux ou trois poulies, l'une recevant le mouvement, et les deux autres le transmettant à la chaîne à godets *n'* et à la vis sans fin n^2, qui conduisent le malt aux

moulins, conjointement avec la vis *n* commandée par une petite poulie montée sur l'axe de l'élévateur.

La roue d'angle *y* engrène avec une roue semblable, dont l'axe Y, prolongé à l'extérieur contre le mur, est incliné pour s'élever jusqu'aux greniers des magasins à orge non germée, et là, au moyen d'une seconde paire de roues d'angle, communiquer le mouvement à l'arbre horizontal Y' qui règne sur toute la longueur de ces greniers. Cet arbre est muni de trois poulies; la première *y'* (fig. 2) fait mouvoir l'élévateur à godets *m'* et la seconde *z* la vis m^2, au moyen desquels l'orge est répartie sur les planchers, et, par la vis inférieure *m*, est conduite au tarare *e*. La troisième poulie *z'*, fixée tout à l'extrémité de l'arbre, donne le mouvement à un tire-sacs au moyen duquel s'effectue le déchargement des voitures qui arrivent dans la cour et l'emmagasinage de l'orge dans les greniers.

COMPOSITION DE BIÈRES DIVERSES.

La bière dite de *Bavière* que fabrique M. Boucherot, est composée de la manière suivante :

BIÈRE DE CONSERVE.		*Produits.*	
Malt.	1,000 kil.	Bière.	26 hectolit.
Houblon.	25 »	Drèche.	24 »
		Levûre.	25 kilogr.
		Germe.	60 »

BIÈRE JEUNE.			
Malt.	1,000 kil.	Bière.	24 hectolit.
Houblon.	15 »	Drèche.	24 »
		Levûre.	25 kilogr.
		Germe.	60 »

Le volume de la levûre délayée est d'environ 3/1000 du volume du moût à fermenter.

Voici, d'après M. Payen et M. Lacambre, diverses autres compositions :

Proportions usitées dans quelques brasseries françaises.

Malt.....	2000 kil.	Eau à 60°...	3500 lit.	qui produisent 6000 litres de bière double.
Sirop à 33°..	200 »	» 90°...	2500 »	
Houblon.....	60 »	» 100°...	120 »	

Lavage du malt. Eau, à 100°, 4000 lit. { produit 4000 l. de petite bière représentant 2000 l. de bière double.

Pour fabriquer de 50 à 60 hectolitres d'*ale* anglaise, on emploie :

Malt pâle	40	hectolitres.
Houblon de Kent	50	kilogrammes.
Sel marin	1	»
Levûre de 15 à	25	»

Voici la composition d'un brassin d'ale ordinaire de Londres, préparé devant M. Lacambre.

Malt	pâle	204 hectolitres.	233 hectolitres.
	ambré	29 »	
Houblon d'Amérique			238 kilogrammes.

La densité du moût de la première trempe était de 12° Beaumé, l'ensemble des trois trempes à 7° 1/2 à la température de 16° centésimaux ; on obtint 425 hectolitres de bière.

Lorsqu'on prépare l'ale forte pour l'exportation, on emploie le premier moût, marquant 10° à 11° Beaumé, que l'on fait bouillir avec la totalité du houblon ; et, après le soutirage du liquide, les trempes suivantes, ajoutées sur le houblon et portées à 100°, servent à confectionner une bière de table.

Voici les proportions des matières premières et des produits de cette sorte de bière :

Malt pâle, 1re qualité	8940	kilog.	
Houblon de Kent, 1re qualité	215	»	50
Graines de paradis en poudre	2	»	72
» coriandre	1	»	81
Sel marin	1	»	81

Les graines aromatiques sont employées dans la cuve guilloire, où s'effectue la fermentation du moût, pesant 12° Beaumé. Un brassin produit :

Ale	d'exportation	100 barils =	163 hectolitres.
	de table	80 » =	130 »

L'ale d'Écosse, notamment celle qui est brassée à Preston, est très-estimée. Elle se prépare avec des matières bien choisies et de la levûre blanche et fraîche dans les proportions ci-dessous :

Malt très-pâle	105	h.	*Produit :*
Houblon de Kent ou d'Amérique	88	k.	Ale forte 95 hectol.
Graines de paradis en poudre	2	»	Bière de table 75 »
» coriandre	1	»	
Écorce d'orange pulvérisée	2	»	

Pour la bière dite de *porter*, dont la consommation est considérable en Angleterre, on emploie :

Malt	pâle	21 hectol.	45 hectolitr.	*Produit :* 56 à 66 hect. de *porter.* 8 à 12 hect. de bière faible.
	ambré	16 »		
	brun	8 »		
Houblon brun			60 à 67 kilog.	
Sel marin			1 à 2 »	
Levûre			20 à 30 »	

Un brassin de forte bière brune se compose ainsi :

Malt.....	pâle..... 23 h. 26 ambré..... 23 » 26 brun..... 69 » 8	115 hect. 60	*Produit :* 90 hect. de *porter.* 66 hect. de bière de table.
Houblon d'Amérique.....		104 kil. 60	
Sucre brut de canne.....		12 » 70	
Coculus indicus.....		1 » 84	
Faba amara.....		2 » 72	

Dosages de bières faites à Louvain.

Blé moulu..... 5500 k. Orge germée séchée à froid..... 1400 » Avoine moulue..... 100 » Houblon..... 65 »	7065 kilog.	*Produit :* Peeterman... 13,000 lit. ou Bière blanche 22,500 »	

Bière de Lille.

Malt concassé entre des cylindres, 2000 kilog.

Froment.....	46 litres	pour la bière ordinaire.
	6 »	» petite bière.
Houblon de Poperinghe.....	26 kilog.	pour la bière ordinaire.
	6 »	» petite bière.

Ce dosage produit 72 hectolitres de bière de table ordinaire, plus 28 hectolitres de petite bière. Celle-ci utilise les moûts faibles provenant de l'épuisement de la drèche que l'on applique également au lavage du houblon et auxquels on ajoute 6 kilog. de houblon normal.

Voici, d'après une analyse faite par MM. Payen et Poinsot, la composition d'une bonne bière de Strasbourg, fabriquée exclusivement avec l'orge et le houblon : Elle renferme 4,5 p. 100 d'alcool, et contient par litre :

48 gr. 44 de substances solides où se trouvent :

0 » 81 d'azote ;
0 » 93 de substances minérales ;
100 » de la substance contient 1 gr. 69 d'azote.

Un litre de cette bière représente donc 48 gr. 50 d'une matière solide contenant une substance azotée et qui semblerait être, à poids égal, à peu près aussi nourrissante que la céréale elle-même. La composition chimique s'accorde avec diverses observations, et montre que la bière doit réellement avoir une certaine propriété nutritive.

IMPORTANCE DE LA FABRICATION.

Nous avons dit en commençant que la consommation de la bière s'était accrue en France depuis quelques années dans une proportion notable. A Paris, seulement, elle a plus que doublé dans l'espace de dix années; voici à l'appui un relevé que nous donnons d'après le *Journal de l'Agriculture pratique :*

ANNÉES.	BIÈRE FABRIQUÉE DANS PARIS.		BIÈRES INTRODUITES.		TOTALITÉ.	
	Quantités.	Droits payés.	Quantités.	Droits payés.	Bière consommée.	Droits payés.
	hectolitres.	francs.	hectolitres.	francs.	hectolitres.	francs.
1854	112.707	349.603	53.888	243.193	166.590	592.796
1855	146.730	455.521	91.196	412.073	237.926	867.594
1856	173.930	545.275	116.684	532.157	290.614	1.077.432
1857	194.671	610.299	152.306	694.616	346.977	1.304.905
1858	150.745	472.590	149.425	681.477	300.170	1.154.067
1859	142.990	448.277	147.391	672.200	290.381	1.120.477
1860	168.170	527.218	161.320	735.633	329.490	1.262.881
1861	185.210	580.637	191.004	871.019	376.214	1.451.656
1862	152.901	479.350	197.029	898.495	349.930	1.377.845
1863	142.608	447.075	214.497	978.151	375.105	1.425.226

On remarque que l'augmentation porte surtout sur les bières introduites dans Paris, et qui viennent la plupart d'outre-Rhin ; cependant les chiffres de la troisième colonne comprennent les produits des brasseries peu nombreuses situées dans la banlieue. Leurs produits, quoique considérables pour quelques-unes, et notamment pour celle de M. Boucherot, sont insignifiants si on les compare à la production de l'Est et surtout de la Bavière.

M. Boucherot, avec sa nouvelle installation, pourrait fabriquer par jour, dans son usine, jusqu'à 160 hectolitres de bière, mais il ne compte en moyenne que sur 100 hectolitres environ par jour de travail, lequel

ANNÉES.	ORGE EMPLOYÉE.	HOUBLON EMPLOYÉ.	DRÈCHE PRODUITE.	LEVURE PRODUITE.	BIÈRE VENDUE.	DROITS PAYÉS à la régie[1]	DROITS D'OCTROI à la ville[2].
	quintaux.	kil.	hectol.	kil.	hectol.	francs.	francs.
1854	4.229	8.807	6.302	17.248	14.093	26.725	44.650
1855	5.913	9.021	9.337	19.412	19.967	30.505	61.161
1856	6.900	12.246	14.739	23.392	22.752	44.095	75.278
1857	8.793	15.584	16.601	24.236	28.038	49.978	93.677
1858	10.167	18.796	17.615	25.328	28.848	54.222	97.534
1859	9.675	17.294	17.652	20.804	24.690	47.059	82.687
1860	8.717	16.994	15.569	16.260	22.098	51.971	78.874
1861	7.345	16.097	16.419	23.728	22 527	46.656	80.944
1862	8.000	14.897	14.063	17.428	21.484	38.698	76.062
1863	8.634	12.376	16.397	17.237	22.964	39.535	78.192

(1) Le droit payé à la régie est de 2 fr. 40 c. l'hectolitre pour la bière forte; 60 cent. pour la petite bière, plus un double décime.

(2) Le droit d'octroi payé à la ville de Paris est de 3 fr. 76 cent., plus le double décime, ou 4 fr. 52 cent. l'hectolitre, double décime compris.

sure de quatre heures du matin à huit heures du soir. Le tableau qui précède permet à première vue de reconnaître l'importance de cette brasserie.

La drèche se vend environ 2 fr. l'hectolitre, et la levûre 0 fr. 55 c. le kilog. à l'état sec.

M. Barral, auquel nous avons emprunté les chiffres de ce tableau, y ajoute les considérations suivantes :

« A Paris, la bière est une boisson d'agrément qui est fort chère, d'abord à cause des droits élevés de l'octroi, et ensuite à cause du luxe des établissements où elle se consomme. Dans les départements de l'Est et de l'autre côté du Rhin, au contraire, cette boisson fait partie de l'alimentation générale. Il ne faut donc pas s'étonner que dans ces régions la fabrication ait fait plus de progrès qu'à Paris. Dès lors, quand la ligne du chemin de fer de Strasbourg a facilité les transports, la concurrence est devenue très-grande ; elle a augmenté lorsque l'administration de la compagnie de l'Est a fait un tarif spécial à prix réduit; enfin elle a encore augmenté lorsque le pont de Kehl a réuni le réseau français au réseau badois, puisque cette réunion a permis aux brasseurs de Munich, de Francfort et de Mayence, et même de Vienne, d'envoyer leurs produits à Paris.

A quelques exceptions près, les brasseurs de Paris n'étaient pas préparés à la lutte occasionnée par l'arrivée des bières du dehors ; leur matériel était incomplet, il nécessitait de grandes et coûteuses réformes. Mais les efforts ont été constants. On n'a reculé devant aucun sacrifice. Les fabricants les plus expérimentés ont été appelés à Paris; le sirop de fécule a été repoussé de toutes les brasseries qui s'occupaient de la fabrication bavaroise; les matières premières, orge et houblon, ont été choisies de première qualité, sans s'inquiéter des prix d'achat.

Le succès a justifié ces efforts. Aussi, bien souvent se boit-il des bières de Paris que les débitants décorent du nom de Munich ou de Francfort; et l'on peut assurer que la brasserie de Paris tiendrait la tête de son industrie, comme toutes les industries parisiennes, sans le préjugé du public en faveur des bières étrangères. Ce préjugé est poussé tellement loin, que les mêmes débitants, qui livrent à la consommation de la bière de Paris sous un nom étranger, ont l'injustice, lorsque la bière du dehors est inférieure, de s'en excuser auprès de leur clientèle en prétextant un retard dans l'arrivée par chemin de fer, et en disant que, pris au dépourvu, ils ont le regret de vendre de la bière prise à Paris. »

TRAVAUX PUBLICS

BATEAU POMPEUR

APPLIQUÉ A L'EXTRACTION DES VASES MOLLES

CONSTRUIT POUR LE SERVICE DU BASSIN DE SAINT-NAZAIRE

Par M. GACHE AINÉ, ingénieur-mécanicien
et MM. JOLLET et BABIN, entrepreneurs à Nantes.

(PLANCHE 38.)

Lorsqu'on eut construit à Saint-Nazaire ces immenses bassins à flot, destinés à recevoir les grands bâtiments transatlantiques, M. Gâche aîné, dont on connaissait l'aptitude pour les grandes questions mécaniques, fut appelé à étudier un système économique permettant d'enlever rapidement les vases molles qui s'y déposent sans cesse.

Il s'agissait, pour le constructeur, d'établir un appareil qui présentât, sur le système de drague généralement employé pour ces sortes d'opérations (1), le double avantage d'effectuer l'extraction à meilleur marché du moins jusqu'à des limites déterminées, et de transporter les matières sans difficulté, sans aucun accessoire, et, pour ainsi dire, sans aucune main-d'œuvre.

M. Gâche, après diverses expériences préalables, put s'assurer que des pompes convenablement disposées peuvent aspirer et refouler les vases peu âgées, c'est-à-dire qui, n'ayant pas séjourné un temps trop long, n'ont pas encore pris une consistance assez forte pour dépasser une densité de 13 à 1,400 kilogrammes par mètre cube.

C'est ainsi qu'il fût amené à construire le premier bateau pompeur,

(1) Nous avons publié avec beaucoup de détails dans le 7e volume de ce Recueil, les belles dragues construites par M. Nillus, et qui ont servi au creusement du nouveau port et des grands bassins du Havre.

dont nous donnons le dessin pl. 38, et qui, après les bons résultats constatés, fut immédiatement accompagné de plusieurs autres semblables.

Ces bateaux pompeurs font donc un travail analogue à celui des dragues ordinaires, mais dans des conditions qui, comme on le verra plus loin, sont sensiblement plus économiques, toutes les fois que l'on ne donne pas à la vase le temps d'acquérir une densité supérieure à 1,200 kilogrammes environ. M. Gâche nous dit qu'ils peuvent, en effet, fournir un rendement de 40 p. 0/0 plus élevé que les dragues.

En multipliant les extractions de façon que la densité des vases n'augmente pas au delà de ce que permet l'usage des pompes, ce système fait un bon service, car il opère sans l'adjonction de transports auxiliaires, se charge des dépôts et se transporte lui-même au lieu de déversement qui, dans l'espèce, est la rade où le port est situé.

Si l'on suppose, au contraire, l'emploi de la drague, on sait que cet engin ne se propulsant pas, ne peut recevoir les dépôts qui sont versés dans des chalands lesquels doivent être ensuite remorqués jusqu'au point de déchargement.

Le bateau pompeur est absolument seul pour l'ensemble de ces opérations; il extrait les dépôts, s'en charge et se transporte ensuite pour en être débarrassé et revenir à son point de départ opérer de nouveau s'il y a lieu. Pour cela, il est muni d'un propulseur à hélice dont le moteur est mis en rapport, à volonté, avec le mécanisme des pompes servant à l'extraction; enfin il est divisé intérieurement suivant de vastes compartiments pour emmagasiner les vases extraites, lesquelles se déversent instantanément, quand le bateau est amené au large.

Après cet aperçu nous entrons dans la description détaillée de ce bateau que représente la planche 38.

DESCRIPTION DU BATEAU POMPEUR

REPRÉSENTÉ PL. 38.

La fig. 1re représente ce bateau en coupe longitudinale suivant l'axe même de la coque;

La fig. 2 en est une projection horizontale extérieure;

Les fig. 3 à 5 sont des sections transversales passant par les plans successifs 1-2, 3-4-5-6, et 7-8;

La fig. 6 représente la machine motrice vue de face et à une plus grande échelle;

La fig. 7 est un détail de l'une des pompes d'extraction.

La coque de ce bateau, qui est construite entièrement en fer, présente à l'intérieur, quatre grands compartiments principaux A destinés à emmagasiner la vase au fur et à mesure de son extraction; le fond de ces compartiments, qui sont encore subdivisés par une cloison centrale, est formé de quatre plans inclinés se réunissant sur deux points *a*,

armés chacun d'une soupape *b*, et par lesquels s'opère le déchargement.

Dans l'intervalle réservé au milieu de la coque, entre les deux séries de compartiments, se trouve installé un mécanisme de transmission communiquant le mouvement du moteur à deux pompes B, installées sur les deux côtés du pont et qui sont en rapport avec deux longs conduits C, lesquels, se réunissant à l'arrière par des coudes et un manchon C′ formant crépine, constituent un seul conduit en U qui articule en ses points de raccord avec les pompes et peut s'élever ou s'abaisser à volonté.

Les deux corps de pompe sont surmontés de colonnes d'ascension qui viennent déboucher dans deux conduits D, disposés transversalement, et qui se raccordent avec deux autres conduits longitudinaux D′ dont la portée correspond aux compartiments extrêmes, tout en permettant, à l'aide de soupapes *c* et des registres *d*, d'opérer le versement dans les compartiments intermédiaires et dans chacune des divisions de ces compartiments. On voit que ces registres sont, en effet, des lames à charnières qui s'inclinent à volonté vers l'un ou l'autre côté du conduit, suivant que l'on doit diriger les matières sur la division de tribord ou sur celle de bâbord.

A l'arrière de ces bacs à vase se trouve le générateur E, et, à la suite, le moteur F, machine à deux cylindres inclinés et renversés, conformément au système admis par M. Gâche pour les navires à hélice et, dont nous avons publié très-complétement deux spécimens dans le Xe volume de ce Recueil. Cette machine donne, en effet, le mouvement à une ligne d'arbre composée d'une petite partie G′ portant l'hélice H et de la grande partie principale G, se prolongeant jusqu'au mécanisme des pompes qu'elle met en mouvement. Mais il est bien entendu que cette double commande est alternative, et que des manchons d'embrayage permettent d'établir ou de rompre à volonté les deux parties de la ligne d'arbre du vilebrequin attaqué par les bielles motrices.

Cet exposé nous permet d'examiner maintenant les détails de ce mécanisme et d'en expliquer ensuite le fonctionnement d'une manière complète.

A l'aide des deux figures d'ensemble et de la section transversale (fig. 5), on voit que les tiges des pompes sont rattachées, par un parallélogramme, à deux balanciers en fonte I dont les extrémités opposées sont armées de longues bielles J, qui viennent s'assembler par des boutons de manivelle avec deux roues d'engrenage K; celles-ci engrènent simultanément avec un pignon L, monté sur l'extrémité de la grande ligne d'arbre G. Ce mode de commande, qui s'explique de lui-même, est motivé par la position que doit occuper l'arbre pour se trouver en rapport avec l'hélice, sans changement de vitesse, tandis que les pompes ont dû être placées au-dessus du pont et recevoir une plus faible vitesse. On remarque même qu'un volant étant nécessaire pour la régularité

de ce mouvement, on en a installé un, M, sur un axe plus élevé, tant à cause du défaut de place à fond de cale que pour laisser libre le chemin des boutons des bielles J, et qui reçoit son mouvement à l'aide d'une courroie *e* et de deux poulies *f*, dont l'une est placée sur l'arbre moteur en avant du pignon L (il a été supprimé sur la fig. 1, afin de laisser voir l'attache de la bielle sur le bouton de manivelle de la roue K). Mais on s'est réservé la faculté de roidir cette courroie avec toute l'énergie nécessaire à l'aide d'un tendeur *g* commandé à la main et par une vis.

Le long conduit aspirateur C qui encadre, en quelque sorte, la moitié arrière de la coque, est disposé pour être relevé, comme il est indiqué sur les figures, lorsque le bateau se transporte et que les pompes ne fonctionnent pas, et pour être abaissé, dans la circonstance opposée, suivant la profondeur à laquelle on épuise. A cet effet, des articulations ou rotules simples ayant été réservées, ainsi que nous l'avons dit, aux points où les deux conduits de tribord et de bâbord se raccordent avec les pompes, l'ensemble du conduit double est soutenu, à l'arrière, par un système de chaînes qui viennent s'enrouler sur un treuil double N pouvant être mis en fonction facultativement à bras ou par le moteur à vapeur; pour cela l'un de ses axes porte une poulie *h* correspondant, par une courroie, avec une poulie semblable *h'* fixée sur la partie d'arbre G', avec moyen de débrayage.

On se sert du moteur au commencement et à la fin d'une opération pour immerger le conduit ou le relever, surtout lorsqu'on épuise à de grandes profondeurs. Mais pendant le travail, lorsqu'il faut seulement abaisser ou relever un peu le tuyau, le treuil est mû à bras.

Dans la position relevée la crépine C' est en avant de la portée du gouvernail : mais on comprend qu'il suffit de rabattre ce dernier contre la coque pour que l'abaissement du conduit puisse s'effectuer. La seule condition à remplir, c'est que le développement du conduit soit suffisant pour passer l'angle inférieur de l'étambot, en décrivant son arc de cercle d'après les points d'articulation situés au-dessous des pompes.

Il est remarquable que ces tuyaux sont faits en deux parties ou deux demi-coquilles, présentant extérieurement deux brides qui forment nervures et donnent aux tuyaux la roideur nécessaire pour résister à la flexion.

Quant aux pompes, qui sont représentées en détail fig. 7, elles renferment un piston à clapet *p* et un clapet fixe *p'* spécialement construit en vue du passage de la vase qui, bien que molle, présente plus de viscosité que de l'eau. Ces deux clapets sont formés par des lames en segments séparés s'appuyant sur un siége en grille, et fonctionnent suivant le mode des pompes Letestu, que nous avons décrites dans le VIIe vol., et qui sont d'ailleurs bien connues pour les services qu'elles rendent dans les travaux d'épuisement.

Résumant ce qui précède, quant au fonctionnement d'ensemble, on a vu que le bateau étant amarré, suivant le système d'une drague ordi-

naire, sur le lieu d'épuisement, l'arbre de l'hélice est débrayé, la grande ligne est seule en mouvement et les pompes fonctionnent. La vase élevée est dirigée dans les compartiments A, par les conduits D et D′ qui permettent l'emplissage successif des extrêmes et des intermédiaires avec une répartition régulière de la charge, de façon que le bateau conserve son parallélisme avec le plan de flottaison. Quatre treuils O servent, comme pour les dragues, à déplacer le bateau, pendant le travail, pour atteindre les différents points de l'étendue suivant laquelle l'action doit s'exercer.

Lorsque le chargement est complet, la ligne de flottaison qui, à vide, était en *m-n*, est remontée en *m′ n′*, on débraye les pompes, on relève le conduit d'aspiration C, puis, ayant embrayé l'arbre de l'hélice, le bateau s'éloigne pour gagner le large et atteindre le point où peut s'opérer son déchargement.

Nous avons montré que le déchargement des bacs se fait par écoulement simple et par des puits carrés *a′*, qui sont recouverts des clapets *b* à la partie supérieure, tandis qu'ils sont librement ouverts sous la quille; il est à remarquer qu'on a eu le soin de placer leur ouverture supérieure un peu au-dessus de la ligne de flottaison à vide. Il ne faut donc que lever ces clapets pour vider les compartiments; mais comme ils sont inaccessibles directement et qu'une lourde colonne de vase pèse sur eux, on ne peut les soulever qu'à l'aide de petits treuils P, avec lesquels ils sont reliés par des chaînes *i*.

Une fois le déchargement terminé, le bateau revient, toujours par le jeu de son propulseur, et est prêt pour une opération suivante. Nous allons donner maintenant quelques chiffres qui permettront d'avoir une idée complète du fonctionnement de cet intéressant appareil.

DIMENSIONS ET CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT.

Voici les dimensions principales de ce bateau :

Longueur entre perpendiculaires, à la flottaison, en charge.	41^{m}	50
Largeur.	7	50
Creux à la ligne droite du barrot, au maître couple.	3	15
Tirant d'eau en charge, sous quille. . . .	2	55
Déplacement total jusqu'au plan de flottaison. .	518^{mc}	875
Déplacement en tonneaux de 1000 kilog., en supposant la densité de l'eau de mer de 1026 kil. par mètre cube.	532^{tx}	365
Poids de la coque armée.	122	139
Poids des machines, pompes et accessoires. .	27	451
Poids total du système.	149	590

D'après cela, il reste pour exposant de charge, ou déplacement utile :

$$532365^k - 149590 = 382775 \text{ kilog.}$$

Comme on estime que la vase, dans l'état où elle est susceptible d'être extraite par les pompes, atteint une densité de 1190 kil. par mètre cube, il s'ensuit que le volume total du chargement peut s'élèver à

$$\frac{382775^k}{1190^k} = 321 \text{ mètres cubes.}$$

Comme les bateaux de Saint-Nazaire font huit voyages par jour, tout en déposant les vases à 4000 mètres du point d'extraction, en passant deux fois l'écluse du bassin, chaque bateau pompeur enlève donc par jour de travail

$$321 \times 8 = 2568 \text{ mètres cubes.}$$

Nous terminons cet exposé par d'utiles renseignements qui nous ont été communiqués par le constructeur même sur l'opportunité de faire usage du bateau pompeur ou des dragues ordinaires pour effectuer l'extraction des vases.

Partout où il y a urgence d'enlever les vases au fur et à mesure de leur formation, comme cela a lieu dans presque tous les bassins à flot, les bateaux pompeurs donnent un rendement de 40 0/0 supérieur à celui des dragues ordinaires; mais lorsque la densité de la vase dépasse 1200 kil., l'effet utile des pompes diminue et celui des dragues augmente.

Enfin, à la densité de 1430 kilog., ces dernières donnent un résultat supérieur à celui des pompes, qui peuvent néanmoins fonctionner encore avec avantage jusqu'à la densité de 1230 environ.

La vase en suspension dans l'eau de mer met environ dix-huit mois pour acquérir la densité 1430 kilog. qui est celle de la vase fixe.

Dans le bassin de Saint-Nazaire, on la pompe généralement à l'âge de deux mois, lorsque sa densité n'atteint encore que 1190 kilog. par mètre cube, densité que nous admettions ci-dessus pour estimer le chargement et le travail journalier du bateau qui vient d'être décrit.

FILATURE DU COTON

CARDE DÉBOURREUSE AUTOMATE

AU MOYEN DE LA MÉCANIQUE JACQUART

Par M. GEORGES RISLER, manufacturier à Cernay.

(PLANCHE 39.)

En publiant, dans le vol. XIV, la machine dite *épurateur* de M. G. Risler, nous avons dit que, parmi les perfectionnements importants que cet habile manufacturier avait apporté aux machines de préparation du coton, il fallait citer encore, et d'une façon toute spéciale, son système de *carde débourreuse automate,* pour laquelle nous avons cru devoir entrer dans quelques détails.

En mesure aujourd'hui de compléter ces renseignements, nous allons, avec un dessin très-exact, que nous devons à l'obligeance de l'auteur, donner une description détaillée de cet ingénieux appareil, mais auparavant il nous paraît utile de rappeler les applications nouvelles qui le distinguent des autres cardes analogues ; ce sont :

1° L'emploi d'une grille cintrée dans des conditions toutes différentes de celles que l'on avait essayées primitivement ;

2° Le débourrage des chapeaux au moyen de la mécanique Jacquart ce qui constitue une première application, dans la filature, de cette ingénieuse mécanique exclusivement en usage jusque-là pour le tissage.

3° La disposition toute particulière de la plaque débourreuse cintrée, animée d'un mouvement alternatif de va-et-vient pour monter et descendre sur une certaine étendue autour du grand tambour ;

4° Enfin le contre-peigne qui débourre seul la plaque débourreuse.

Ce sont ces différentes parties essentielles que nous allons plus particulièrement décrire.

DESCRIPTION DE LA CARDE DÉBOURREUSE.

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 7, PL. 39.

La fig. 1 représente ce système de carde débourreuse automate vue en élévation extérieure ;

La fig. 2 en est une section verticale faite par le milieu de la largeur ;

La fig. 3, un plan général vu en dessus ;

La fig. 5 montre en détail, à une échelle double des figures précédentes, la petite mécanique Jacquart en section verticale ;

Les fig. 6 et 7 sont les détails en élévation et en plan du mécanisme qui, par l'intermédiaire du Jacquart, déplace successivement les chapeaux pour permettre au peigne cintré d'en effectuer le débourrage.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — L'inspection de ces figures fait tout d'abord reconnaître que le système d'alimentation de cette carde est semblable à celui de l'épurateur, c'est-à-dire composé de deux doubles paires de cylindres cannelés *a*, *a'* qui, disposés tangentiellement derrière le gros tambour A, engagent le coton entre ses dents. Ce coton, distribué par les cylindres alimentaires B et B' qui le développent des rouleaux C et C', est conduit par les couloirs *b* et *b'* aux cylindres cannelés sous lesquels sont disposées les auges *c* et *c'*. Celles-ci sont destinées, comme on sait, à recevoir les ordures qui s'échappent des ouvertures ménagées à cet effet à la plaque en tôle *d*, qui forme une portion de l'enveloppe du tambour, laquelle plaque est pourvue derrière les cannelés d'une règle biseautée, et devant, d'une sorte de bec cintré, l'une servant à diriger les ordures dans l'auge, l'autre à faciliter l'entrée du coton.

Le coton, après avoir subi un premier nettoyage de l'alimentation, est rendu par le gros tambour à un premier cylindre à hérisson D, garni de ruban de carde, lequel est débourré par un second hérisson E qui le reporte au tambour, d'où il est repris et rendu de nouveau par la seconde paire de hérissons D', E'.

A la suite de ces derniers, vient la grille cintrée composée de règles ou barreaux en fer poli *e* et *e'*, engagés par leurs extrémités dans des secteurs en fonte fixés intérieurement contre les bâtis verticaux A' de la carde. Ces barreaux forment une sorte de coursier excentré au tambour, c'est-à-dire que ceux de gauche (fig. 2) en sont plus rapprochés, en *e*, que ceux de droite, en *e'*, et cela progressivement suivant le sens du mouvement indiqué par la flèche *x*.

Le tambour en tournant produit une ventilation énergique qui fait passer le coton sur ces barreaux et laisse tomber, avant de se rendre aux chapeaux, les feuilles, boutons et duvets courts dans le récipient circulaire F, placé directement en dessous. Ce récipient est muni d'une

porte montée à charnières que l'on ouvre plusieurs fois chaque jour à l'aide du levier F', afin de pouvoir retirer les déchets et ordures qui y sont renfermés.

Les chapeaux G, au nombre de huit ou dix, à volonté, sont placés à la suite de cette grille, concentriquement à la circonférence du gros tambour; ils sont maintenus aux deux extrémités par des tiges en fer G', qui leur servent de guides pour se mouvoir bien horizontalement, afin que chacun d'eux, séparément, puisse se retirer en arrière pour être débourré, et revenir après se remettre à la même place qu'il occupait avant son déplacement; ce retour est produit par l'action d'un ressort à boudin *g* qui entoure chacune des tiges.

Il est indispensable, comme on sait, de pouvoir, dans toutes les cardes, régler très-exactement la position des chapeaux par rapport au gros tambour, comme aussi de pouvoir les enlever sans difficulté. Cette double condition est obtenue ici très-simplement, d'une part, au moyen de petites vis de buttée dont on règle la hauteur à volonté en les engageant plus ou moins dans des trous filetés dans de petits bossages *g'* (fig. 1), ménagés de fonte avec les flasques du bâti, et, d'autre part, à l'aide d'un système d'assemblage reliant par des écrous à oreilles les chapeaux avec leurs tiges-guides G'.

De chaque côté de celles-ci, glissent de petites chaînes de Galle *f* (fig. 1 et 3), attachées d'un bout aux chapeaux, et, du bout opposé, aux galets *f'*, qui sont fixés sur les huit axes horizontaux *h* supportés par des platines H (fig. 2), boulonnées au bâti. Les chaînes *f* sont tendues par des émérillons, et sont guidées par de petits galets horizontaux montés à l'extrémité des tiges-guides, ainsi qu'on peut le reconnaître par la fig. 1.

Débourreur automate. — Nous venons de voir comment les chapeaux sont montés pour agir conjointement avec le tambour afin d'effectuer le cardage des filaments de coton engagés entre leurs dents, il nous faut maintenant expliquer comment a lieu le débourrage desdits chapeaux.

Nous avons dit en commençant que cette opération délicate, que dans beaucoup de filatures on fait encore à la main, quoiqu'il existe quelques systèmes qui donnent de bons résultats (1), était obtenue par M. Risler au moyen d'une mécanique Jacquart, dite *rattière* en terme de tissage, laquelle commande en temps opportun le déplacement des chapeaux, et qui est installée sur le devant de la carde, entre les deux flasques du bâti, sur une traverse inférieure A^2 (fig. 2 et 5).

La mécanique Jacquart est trop connue pour que nous la décrivions en détail; il nous suffit de rappeler que nous en avons donné plusieurs

(1) Dans le vol. V de ce Recueil nous avons donné le dessin du débourreur mecanique de M. Dannery, lequel a depuis reçu des perfectionnements notables que nous ferons connaître bientôt en décrivant dans tous ses détails une très-belle carde mixte construite par M. Schlumberger.

dessins complets dans ce Recueil (1), disons seulement que pour chaque chapeau, il y a un crochet H (fig. 4 et 5) réuni par une petite chaîne Galle *i* à un galet *h'* fixé sur l'un des axes horizontaux *h*, lesquels, comme on l'a vu plus haut, correspondent chacun à l'un des chapeaux, au moyen des chaînes *f* et de deux galets *f'* fixés aux extrémités des mêmes axes, afin que la traction du chapeau ait lieu bien parallèlement sur les tringles-guides G'.

Le chariot H' du Jacquart est animé d'un mouvement ascensionnel et descensionnel par la bielle I, dont la tête est reliée au levier en fonte I' (fig. 2, 6 et 7), qui porte un tourillon *i'* engagé dans une rainure pratiquée sur la face de l'excentrique J, de telle sorte que celui-ci, en tournant, fait mouvoir la bielle et avec elle le chariot H', lequel, par son couteau J' (fig. 5), agit sur les crochets H qui, par l'effet des cartons percés *j*, agissent, comme on sait, sur les aiguilles *j'* pour repousser les crochets ou les présenter au couteau, suivant un certain ordre déterminé à l'avance par les trous ou par des chevilles placées dans le carton en face desdites aiguilles *j'*. Alors, naturellement, chacun des chapeaux se trouve retiré dans l'ordre qui lui est assigné à une même distance du gros tambour, puisque la course du chariot reste toujours la même.

Pendant qu'un ou plusieurs chapeaux sont éloignés, la plaque ou peigne *k*, servant à débourrer, monte jusqu'à la hauteur du dernier chapeau (dans la position indiquée en traits ponctués fig. 2) en passant entre ceux retirés en arrière et ceux restés en place, et, en descendant, débourre le ou les chapeaux que la mécanique Jacquart a éloignés.

Un mécanisme spécial de la commande que nous décrirons bientôt, oblige les chapeaux à rester immobiles en arrière durant les quelques secondes nécessaires à la plaque débourreuse pour faire sa course d'aller et de retour et accomplir son travail.

Pour qu'elle puisse passer ou monter sans détériorer les dents des chapeaux, la plaque cintrée est montée à charnière, et ses deux extrémités supérieures sont munies d'une petite pièce ou nez *k'* (fig. 1), qui l'oblige à céder, puis à reprendre sa position primitive en redescendant, alors qu'elle doit effectuer le débourrage des chapeaux en leur enlevant les déchets de coton dont ils sont garnis. Cette plaque débourreuse est elle-même débourrée par le contre-peigne *l*, monté sur un petit axe mobile dans des supports qui font partie du bâti de la carde.

Pour guider la plaque débourreuse dans son mouvement de va-et-vient concentrique au tambour, des rainures cintrées *l'* sont ménagées dans des joues latérales; dans le fond ces rainures sont garnies de tampons en caoutchouc, destinés à amortir le choc de la plaque qui redes-

(1) Dans les vol. V et VIII on trouvera deux de ces mécaniques, et, dans le vol. XVI, un nouveau Jacquart dû à M. F. Durand, qui permet de substituer le papier continu aux chapelets de carton jusqu'ici en usage.

cend rapidement, sollicitée par son propre poids. Son mouvement d'ascension lui est communiqué par deux pignons K, montés sur le même axe, à ses deux extrémités, afin d'engrener avec les deux crémaillères cintrées K′ (fig. 2) qui y sont fixées de chaque côté.

Transmission de mouvement. — On doit pouvoir maintenant se rendre compte aisément de la manière dont se produit le débourrage de chacun des chapeaux dans l'ordre déterminé par les cartons du Jacquart, c'est-à-dire quand les crochets de cette mécanique, entrainés par le couteau, éloignent du tambour les chapeaux correspondants, pour les laisser dans cette position le temps nécessaire au passage de la plaque débourreuse. Mais ce qu'il nous reste à expliquer, c'est le mode de transmission de mouvement, adopté pour que ces diverses actions se produisent en temps opportun.

Nous reconnaissons tout d'abord que le grand tambour de la carde reçoit, comme d'ordinaire, son mouvement de rotation continu d'une poulie P (fig. 3), calée sur son axe; d'un côté de celle-ci, en dehors, se trouve la poulie folle P′, pour l'arrêt, et en dedans, une troisième poulie P^2, fixée sur l'arbre comme la première, et, destinée à transmettre le mouvement par la petite poulie *p* à l'un des cylindres cannelés *a′* de l'alimentation. Celui-ci, par les roues et les pignons dentés intermédiaires L et L′, montés à l'autre extrémité de leurs axes respectifs, actionnent les cylindres alimentaires B et B′ et aussi les deux hérissons E et E′, par les roues M et la chaîne sans fin M′. Au moyen d'une roue N, fixée sur le bout de l'un des cannelés *a*, et par les cinq roues intermédiaires N′, dont la dernière commande le pignon *o* (fig. 1), le mouvement est transmis au petit tambour O qui enlève des dents du gros tambour la nappe de coton cardé entre les chapeaux.

Du même côté que ces engrenages, l'axe du gros tambour est garni de la poulie *p′*, qui, par celle p^2, commande l'arbre *m*, transmettant les mouvements au Jacquart, à la plaque cintrée, aux rouleaux d'appel et au pot tournant.

On a vu que le mouvement alternatif d'ascension et de descente de la griffe du Jacquart était commandé par la camme J (fig. 6 et 7), qui, à cet effet, doit tourner par intermittence, afin que les moments de repos nécessaires à la plaque débourreuse pour agir sur les dents des chapeaux se produisent. De plus, le déplacement de ceux-ci ne devant avoir lieu qu'en des espaces de temps peu rapprochés, son axe est muni d'une roue d'angle *m′* commandée par le pignon *l*, qui, monté fou sur l'axe *l′*, ne se trouve entraîné par la rotation dudit arbre que par l'intermédiaire d'un mécanisme spécial recevant sa commande de la vis sans fin *n* engrenant avec la roue *n′*.

Ce mécanisme est composé de petits doigts *o′*, fixés sur le moyeu de la roue *n′*, et destinés à venir rencontrer dans leur rotation les équerres des petits leviers horizontaux O′ et O^2, qui oscillent dans les

coulisses des leviers verticaux Q et Q'. Ces derniers sont réunis aux manchons à griffes q, et le tout est combiné de telle sorte que l'embrayage de ce manchon avec sa contre-partie produit, en temps voulu, l'entraînement du pignon l et, par suite, au moyen de la roue m', celui de la camme J qui commande le mouvement de la griffe du Jacquart.

Des ressorts à boudin ramènent les leviers dans la position du débrayage, aussitôt que les doigts c' ont abandonné les équerres des leviers O' et O^2. Les deux positions extrêmes de la camme principale J se trouvent bien assurées par l'action du levier R, sollicité par le ressort à boudin R', et dont la tête arrondie vient s'arrêter dans deux échancrures diamétralement opposées, ménagées à la circonférence de ladite camme.

Le mouvement est transmis de l'arbre principal m à l'arbre l' porteur du mécanisme des chapeaux, par deux paires de roues d'angle r', réunies au moyen de l'arbre incliné R^2.

L'arbre inférieur m commande aussi, comme nous l'avons dit, la plaque débourreuse k, et cela au moyen d'un mécanisme tout à fait semblable à celui que nous venons de décrire, c'est-à-dire par l'intermédiaire de deux roues d'angle, dont l'une est montée sur l'axe du pignon K (fig. 2) qui commande la crémaillère cintrée K', et du manchon à griffes q' (fig. 1). Celui-ci, comme le précédent, ne se trouve embrayé qu'à de courts instants au moyen des leviers en équerre O^2 qu'actionnent les doigts o^2 de la roue n^2, laquelle est commandée par la vis sans fin n^3 fixée sur l'axe l^2, qui reçoit le mouvement de l'arbre m par l'intermédiaire des petites roues et pignons r^2.

Nous avons à peu près tout dit pour ce qui est relatif aux nouvelles dispositions de cette carde, et principalement à son système de chapeaux à débourreur automate : il ne nous reste plus qu'à décrire la commande des rouleaux d'appel et celle du pot tournant, organes qui, du reste, sont à peu près semblables à ceux appliqués pour le même but dans les cardes ordinaires en usage maintenant dans toutes les filatures.

Rouleaux d'appel et pot tournant. — Déjà dans le vol. XIII, en donnant la description de la carde double à chapeaux circulaires rotatifs de M. Nouflard, nous avons fait connaître en détails le dispositif (système anglais) qui permet l'emmagasinage du ruban à l'intérieur du pot dans des conditions qui en rendent le développement aux opérations ultérieures on ne peut plus facile.

La nappe de coton cardé, enlevée du gros tambour par le cylindre O, en est détachée par le peigne s (fig. 2), animé, à cet effet, d'un petit mouvement vertical de va-et-vient, qui lui est transmis de l'arbre à manivelle m par les deux bielles S.

Cette nappe, engagée dans le couloir en tôle S', est attirée sous forme de ruban par les rouleaux d'appel t, qui la conduisent entre les petits rouleaux délivreurs t', renfermés à l'intérieur du couvercle T du pot tournant T'.

Un mouvement de rotation continu est communiqué aux rouleaux d'appel par une série de petites roues s' (fig. 1 et 3), qui le reçoivent du pignon s^2 (fig. 6 et 7), fixé à l'un des bouts de l'arbre horizontal l'.

Ce même arbre porte, à l'intérieur du bâti, un second pignon t^2 qui, par une roue intermédiaire et le pignon u (fig. 1), et une petite paire de roues d'angle u' (fig. 2), donne le mouvement à l'arbre vertical U, logé dans le support en fonte U', et sur le socle duquel est monté le pot tournant T'.

Comme la rotation de celui-ci doit être très-lente, un double renvoi de pignons retardataires u^2 est disposé dans ledit socle.

Pendant que l'arbre U, par sa partie inférieure, fait tourner le pot, sa partie supérieure, munie d'un pignon droit v et d'une petite roue d'angle x, commande, au moyen du premier, la roue qui porte le couloir v', par lequel le ruban pénètre à l'intérieur du pot, et, par l'intermédiaire de la seconde, les petits rouleaux délivreurs t'.

C'est le double mouvement du pot et de son couvercle, tournant excentriquement l'un par rapport à l'autre et à des vitesses différentes, qui effectue la distribution du ruban sous forme d'anneaux superposés d'un diamètre un peu moindre que le rayon du vase, de façon à ce qu'ils se trouvent tangents à sa paroi intérieure, en laissant tout naturellement à son centre un vide sur toute la hauteur.

Quoique cette carde, au premier examen, paraisse compliquée et même susceptible de dérangements, nous pouvons assurer qu'il n'en est rien, et que le réglage en est très-facile, car, depuis 1857 que nous voyons fonctionner une machine de ce système, elle n'a subi d'autre arrêt que celui nécessaire pour l'aiguisage et le nettoyage des divers organes dont elle est composée et qui ne présentent en résumé que des combinaisons mécaniques relativement simples.

Ce système de carde, ainsi que l'épurateur de M. Risler, a été adopté par un grand nombre de manufacturiers et se répand de plus en plus dans les filatures de coton.

NOUVELLES MACHINES-OUTILS

POUR LA FABRICATION DES PIÈCES DE CANON

Par M. Eugène PIHET fils, ingénieur-mécanicien à Paris.

M. E. Pihet, fils de l'habile et honorable mécanicien qui, à une époque déjà éloignée, avait fondé à Paris l'un des établissements de construction les plus importants, où il a acquis une belle réputation, s'est chargé d'exécuter, pour le gouvernement français, une série de machines très-intéressantes destinées à la confection des pièces de canon.

On sait que l'État, qui possède en France plusieurs fonderies spéciales, a voulu réunir à Bourges une manufacture centrale sur de grandes proportions, pour la fabrication des pièces de siége et de campagne, en cherchant, à cet effet, à profiter de toutes les améliorations que la science mécanique permet de réaliser aujourd'hui, afin d'éviter autant que possible le travail manuel, de faciliter les manœuvres, et de rendre les opérations très-précises.

MM. les officiers d'artillerie, chargés de l'organisation d'un tel établissement, et de l'installation d'un nouveau matériel complet, ont apporté, dans l'étude de ces projets, les soins les plus minutieux. Sur leurs avis motivés, le ministère de la guerre s'est adressé pour l'exécution des outils et des divers appareils nécessaires, à des constructeurs de mérite, bien connus déjà par leurs travaux antérieurs.

C'est ainsi que MM. Farcot eurent la commande des moteurs à vapeur (1), M. E. Pihet, celle des machines-outils, et à M. Neustadt fut confiée l'exécution des grues roulantes de montage, à grande portée, suivant le système que nous avons publié récemment, pl. 2.

M. Pihet, formé de bonne heure à la pratique de la construction, et habitué à l'exécution des machines-outils, après avoir travaillé long-

(1) MM. Farcot, dont la réputation est aujourd'hui européenne, ont été également chargés d'exécuter pour la nouvelle et grande manufacture d'armes de Saint-Étienne, plusieurs fortes machines à vapeur destinées à actionner tout le riche outillage installé dans un immense atelier qui, nous osons le dire, n'aura pas son semblable dans le monde entier. Ces machines sont analogues aux dernières que nous avons dessinées et décrites avec détails dans le 1er vol. de notre *Traité des moteurs à vapeur*.

temps avec son beau-père, M. Carillion, dont il est devenu le digne et intelligent successeur, n'a pas craint d'entreprendre l'étude des nouvelles machines que l'artillerie désirait posséder, et pour lesquelles tout ce qui existait dans les usines anciennes ne pouvait servir, ni même donner des idées susceptibles d'être utilisées avec succès. Il fallait, en effet, remplir cette condition essentielle de rendre les machines *automotrices*, c'est-à-dire agissant par elles-mêmes, sans le secours de l'ouvrier, dès que la pièce à travailler est montée entre leurs pointes ou leurs supports.

De concert avec plusieurs officiers supérieurs, M. Pihet fit successivement divers projets qu'il soumit au comité d'artillerie ; puis, après différentes modifications ou améliorations plus ou moins importantes, il exécuta des dessins définitifs qui furent acceptés.

Ces études comprennent :

1° Une machine destinée à faire les trous de centrage qui se font actuellement à bras d'homme, puis aussi à faciliter et rendre plus rapide la manœuvre des fortes pièces pendant le traçage des centres ;

2° Une machine à couper les masselottes, qui dans la fonte des canons de bronze ont habituellement la même longueur que la pièce elle-même. Comme ces masselottes doivent être refondues, il est utile de les séparer en plusieurs parties pour les rejeter dans le four de fusion ;

3° Un tour à chariot servant, d'une part, au forage des pièces, et de l'autre, au tournage des surfaces extérieures ;

4° Une machine spéciale à tourner les tourillons ;

5° Une machine à dresser ou raboter l'intervalle de ces derniers et des anses ou poignées par lesquelles on peut suspendre la pièce pour la mettre en place, partie inaccessible au tournage ;

6° Une machine à percer l'emplacement des grains des lumières.

Nous ne tarderons pas à publier en détails cette série de machines, pour lesquelles M. Pihet a eu l'obligeance de mettre tous ses dessins à notre disposition. Nous sommes persuadé qu'elles intéresseront un grand nombre de nos lecteurs par leur belle exécution et par les particularités qu'elles renferment.

La première machine, qui est évidemment la plus simple, n'est autre qu'un banc de tour muni d'une poupée à chaque extrémité, avec mandrins et outil à percer; deux chariots porte-lunettes montés sur galets peuvent rouler sur des rails disposés le long du banc, et se fixer à une place quelconque afin de supporter le canon. Un système de coulisseaux manœuvrés par des vis donne la faculté de régler très-exactement la place du canon, et, par suite, permet son centrage.

La seconde machine se distingue surtout des tours ordinaires que l'on employait jusqu'ici pour détacher la masselotte, en ce que la pièce, comme celle-ci, reste soutenue, après le tranconnage, sans que l'ouvrier ait aucun soin à prendre, et sans qu'il soit susceptible de se blesser. Il en est de même lorsqu'on coupe la masselotte en plusieurs rondelles.

Le tour parallèle, qui sert à la fois à percer, à aléser et à tourner, est non-seulement remarquable par ses grandes proportions qui permettent de l'appliquer aux pièces du plus fort calibre, comme à celles de petites et de moyennes dimensions, mais encore par la facilité qu'il présente pour effectuer mécaniquement les trois opérations essentielles, savoir : un premier percement dans le sens de la longueur de la pièce, de la gueule à la culasse, percement que l'on est obligé de faire avec une mèche ou forêt, puisque le canon est fondu plein; ensuite des alésages successifs pour agrandir et finir le trou au diamètre voulu; et, en dernier lieu, le tournage des surfaces extérieures qui comprennent des parties cylindriques et coniques, puis des gorges et des moulures.

Pour les canons rayés, l'artillerie emploie un outil spécial qui sert à trancher les cannelures héliçoïdales, à l'intérieur, après l'alésage. M. Pihet n'a pas eu à l'ajouter à sa machine.

Le tour spécial qui est destiné à cylindrer les tourillons comme la machine à raboter la surface comprise entre ceux-ci et les anses du canon, sont aussi des machines très-importantes, qui méritent d'être connue par les dispositions ingénieuses qui les constituent, et qu'il fallait rendre applicables, comme dans les machines précédentes, à toutes les pièces, quelles que soient leurs dimensions.

On comprend, sans doute, que dans l'opération du tournage des tourillons, il n'était pas rationnel de faire tourner le canon même, comme on le fait généralement pour tout autre genre de pièce; il était préférable de le rendre fixe, et de mobiliser au contraire l'outil autour des tourillons. Dans ce cas, il faut alors disposer cet outil d'une façon particulière qui détermine la surface cylindrique. On verra, par le dessin que nous en donnerons, que M. Pihet a résolu le problème de la manière la plus complète et la plus heureuse.

Il en est de même de la machine spéciale destinée à raboter la partie longitudinale existante entre les tourillons et qui est cylindrique ou légèrement conique, et, dans tous les cas, la plus grosse de la pièce.

Quant à la machine à percer les lumières, elle est remarquable surtout par la disposition du support qui permet d'incliner la pièce suivant l'angle voulu, tandis que le foret, appliqué au bras mobile d'une radiale, descend verticalement.

Cette machine est aussi construite dans des conditions telles qu'elle peut servir à tous les calibres et à tous les genres de pièces.

Les documents qui accompagneront les gravures de ces différentes machines seront assez complets, comme on le verra, pour faire bien comprendre toutes les opérations qu'elles effectuent, et donner sur le travail même des renseignements très-précis.

MACHINES-OUTILS

POUR LE TRAVAIL DES BOIS

MACHINE A MORTAISER LES MOYEUX DES ROUES

ET

PETITE MORTAISEUSE AVEC ÉQUARRISSOIR

Par M. PERIN, constructeur-mécanicien à Paris.

(PLANCHE 40.)

Parmi les machines maintenant en usage pour façonner le bois, et dont nous avons donné dans ce Recueil de nombreux spécimens, celles qui exécutent les tenons et les mortaises sont sans contredit les plus répandues. Les dernières, dont nous allons tout spécialement nous occuper, se construisent suivant deux systèmes; dans l'un, le mouvement de l'outil est rectiligne alternatif; ce sont les machines dites *piocheuses;* nous en avons publié deux excellents types dans le XIe volume, construits à l'usine de Graffenstaden, sous la direction de M. Messmer (1); dans le second système, l'outil est animé d'un mouvement de rotation comme la mèche d'une machine à percer.

Ce dernier système offre sur le premier des avantages très-appréciables dans un assez grand nombre de cas; les dispositions de machine peuvent être plus simples, les copeaux se dégagent mieux de l'entaille et l'outil peut pénétrer plus aisément dans les bois durs, dans tous les sens et même en bout; mais les mortaises exécutées par l'*outil rotatif* (2) se

(1) M. Perin construit aussi des machines semblables au type vertical (celui qui est représenté pl. 39 dudit vol. XI), mais à cette mortaiseuse il ajoute une perceuse montée sur le même bâti, de façon à percer d'abord les deux trous extrêmes que le bédane réunit ensuite pour achever la mortaise.

(2) La première application de l'outil à *action rotative* appartient à M. E. Grimpé, qui montra, dans une série de machines à façonner les bois (Brevet du 31 juillet 1838), tout le parti qu'on pouvait en tirer. Plus spécialement pour le mortaisage des bois, M. Damon prit un brevet le 3 décembre 1852; vers cette époque, il en rendit M. Bernier aîné cessionnaire.

Ce même principe d'outil rotatif a été appliqué aux machines à mortaiser et rainer

trouvent, par cela même, arrondies à leurs deux extrémités. Bien que l'assemblage du tenon, en donnant à celui-ci une forme correspondante, puisse se faire de même, cela peut présenter, dans certains cas, quelques difficultés, et aussi, peut-être, offrir moins de solidité.

On était donc obligé de placer la pièce de bois sur le tablier d'une petite machine spéciale, dite *à équarrir*, qui, munie d'un bédane manœuvré par un levier à main, permettait de défoncer rapidement les extrémités arrondies.

Le transport des bois d'une machine sur une autre était un inconvénient; on l'a fait disparaître en adaptant à la mortaiseuse l'outil à équarrir (1), de sorte que maintenant ce système est très-répandu par cela même que le service en est facile et que le travail produit satisfait à toutes les exigences.

Nous décrirons plus loin une petite mortaiseuse de ce genre, qui est représentée par les fig. 9 et 10 de la pl. 40, mais avant nous allons faire connaître, dans tous ses détails, une machine à mortaiser, également à outil rotatif avec équarrissoir, qui présente un intérêt tout particulier par le travail spécial qu'elle exécute, celui de pratiquer les mortaises dans les moyeux des roues.

Cette machine a été étudiée et construite par M. Perin, pour MM. Dupuis et Dauvilliers, habiles charrons dont nous avons fait connaître l'important établissement dans le numéro de septembre 1865 du *Génie industriel;* elle se distingue par les conditions diverses qu'elle remplit, celles d'agir dans de larges limites, sur les plus forts comme sur les plus petits moyeux, tout en pratiquant les mortaises nécessaires suivant la direction rigoureuse voulue.

On sait, en effet, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que les mortaises des moyeux de roues, de forme rectangulaire, ne sont pas, quoique dirigées vers le centre commun, à une égale distance l'une de l'autre, exactement perpendiculaires à l'axe du moyeu; les grands côtés du prisme rectangulaire sont bien parallèles entre eux et parallèles à l'axe, mais les deux côtés opposés doivent toujours faire un certain angle avec cet axe, afin que les rais que l'on y ajuste, forcés de suivre cette direction, fassent eux-mêmes, quand ils sont montés, un angle déterminé avec le plan de la roue.

les métaux. Dans le vol. XV, nous avons donné le dessin d'une machine de ce genre qui, construite par MM. Sharp, Stewart et Ce, figurait à l'Exposition universelle de Londres, en 1862.

(1) MM. Colas et Pillichodi paraissent être les premiers qui disposèrent sur la même machine l'outil mortaiseur et l'équarrissoir; le brevet de M. Colas est du 7 avril 1858. M. Perin, le 1er mai 1861, a pris également un brevet pour des dispositions analogues; enfin MM. Bernier aîné et F. Arbey, à la date du 10 juillet 1861, ont pris un brevet pour une disposition qui permet d'effectuer sur la machine à mortaiser à outil tournant, et sans transport du bois, l'équarrissage des deux extrémités de la mortaise.

On comprend aisément la nécessité de cette disposition en remarquant que les roues des véhicules, qui doivent rouler sur les routes ordinaires, auxquelles on donne une forme convexe, sont montées par paires sur leurs essieux, de façon à former entre elles un angle ouvert, comme deux rayons concourant à un centre commun ; puis, on a le soin d'incliner légèrement, par rapport à l'axe horizontal de l'essieu, les fusées qui reçoivent les boîtes des roues (ce qui s'appelle carrosser l'essieu), de telle sorte que le plan de chaque roue paraît se déverser en dehors de la voie ; mais comme il est nécessaire, pour présenter toute la solidité désirable, que les rais qui, en définitive, supportent toute la charge, se trouvent dans un plan à peu près perpendiculaire à la voie, on doit évidemment les ajuster d'avance sur leurs moyeux suivant la direction convenable.

Une machine à mortaiser les moyeux doit donc satisfaire à cette condition essentielle, en même temps qu'elle doit pouvoir travailler des pièces de dimensions très-variables. C'est ce problème que M. Perin a su résoudre de la façon la plus satisfaisante, ainsi que nous avons pu nous en convaincre en voyant fonctionner la machine chez M. Dupuis (1).

DESCRIPTION DE LA MACHINE A MORTAISER LES MOYEUX DE ROUES

REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 8 DE LA PL. 40.

La fig. 1re est un plan général de cette machine ;

La fig. 2 en est une section verticale faite suivant la ligne 1-2 ;

La fig. 3 une section perpendiculaire à la précédente, passant par la ligne 3-4 ;

(1) Nous rappelons ici que M. E. Philippe a monté, vers 1828, pour la Compagnie des omnibus, puis pour les messageries générales, et, plus tard, pour l'arsenal de Vienne, en Autriche, une série de machines-outils au moyen desquelles presque toutes les opérations qu'exige la fabrication complète d'une roue étaient obtenues mécaniquement. Ces machines sont publiées dans le Bulletin de 1833 de la Société d'encouragement, et de fort beaux petits modèles, exécutés par M. Philippe même, sont exposés dans les galeries du Conservatoire impérial des arts et métiers.

L'opération du mortaisage des moyeux était effectuée par les procédés de M. E. Philippe, partie mécaniquement et partie à la main ; la machine divisait le moyeu et perçait trois rangées de trous au-dessus l'un de l'autre, lesquels étaient destinés à préparer les mortaises que l'on achevait ensuite au moyen d'un équarrissoir manœuvré à la main. La partie délicate de la main-d'œuvre était alors assurée, c'est-à-dire celle de la répartition des mortaises sur la circonférence du moyeu, leur direction vers le centre et dans le même plan conique. Ce résultat était obtenu en montant le moyeu sur un arbre vertical portant une plate-forme divisée en autant de parties qu'il devait y avoir de mortaises ; l'axe de la mèche perceuse était disposé dans le prolongement d'un rayon de cet arbre, sur une poupée dont l'inclinaison se réglait à l'aide d'une manivelle permettant d'obliquer le plateau sur lequel on faisait glisser la poupée pour faire pénétrer la mèche dans le moyeu ; un quart de cercle divisé en degrés permettait de régler la position avec la plus grande exactitude.

La fig. 4 montre en section partielle, suivant 5-6, le banc et la poupée de l'outil rotatif pratiquant la mortaise;

La fig. 5 est une section longitudinale faite par la ligne 7-8 du plateau mobile sur lequel se fixent les poupées qui reçoivent les moyeux des roues.

Ces figures sont dessinées au 1/15 de l'exécution.

Les fig. 6 et 7 donnent, à une plus grande échelle, en élévation et en plan, les détails des outils, la mèche mortaiseuse et le bédane équarrisseur.

Dispositions générales. — Tous les organes dont cette machine est composée sont montés sur un socle creux en fonte en deux pièces A et A', réunies par des boulons *a* (fig. 1) et fixées au sol de l'atelier sur lequel elles reposent. La table que présente le devant de ce socle est fondue avec deux saillies longitudinales *a'*, bien dressées en dessus et, par côté, taillées à queue d'hironde, de façon à recevoir le chariot B qui peut ainsi y glisser sur toute la longueur. Sur ce chariot est montée la tablette B' sur laquelle se fixent les deux poupées C et C' destinées à supporter le moyeu à mortaiser.

Sur la pièce arrière A' de ce socle sont fixés les deux coffres en fonte D et D'. Le premier, qui sert de glissière au petit chariot porte-équarrissoir E, est fondu avec deux paliers *d* dans lequel tourne l'arbre F, muni de l'excentrique F' qui donne le mouvement de va-et-vient au chariot. A cet effet, cet arbre, prolongé d'un côté en dehors des paliers *d* et soutenu par le support indépendant G, est muni d'une poulie fixe P actionnée par le moteur de l'usine; une poulie folle P', montée à côté de la première, reçoit la courroie lorsqu'on veut arrêter le mouvement, et un volant V, également monté sur cet arbre, assure la régularité du fonctionnement de l'excentrique, et par suite celui de l'équarrissoir.

Le second coffre D' sert de support au chariot G' et à la poupée mobile G², dans les bras de laquelle tourne l'arbre porte-gouge H qui perce les mortaises; cet arbre reçoit le mouvement de la poulie *p* actionnée par une courroie spéciale partant de l'arbre de couche de l'usine.

On voit déjà, par cette description sommaire des dispositions générales de la machine, qu'elle est composée de trois éléments qui, quoique liés indispensablement pour concourir au résultat final, sont distincts en ce qu'ils peuvent se déplacer, se mouvoir, en un mot fonctionner indépendamment les uns des autres. Ce sont :

Le chariot et les poupées portant les moyeux et les présentant dans la position convenable à l'action des outils;

L'outil à gouge, pratiquant les mortaises et ses mouvements;

L'outil à bédane, chargé d'équarrir lesdites mortaises.

Nous allons décrire en détail chacun de ces éléments.

Du chariot et des poupées porte-moyeux. — On a vu que le chariot B était ajusté à queue sur le socle A, de façon à pouvoir y glisser dans le

sens de sa longueur, mouvement qui est obtenu par l'intermédiaire de la vis I, à trois filets carrés (fig. 2 et 5), logée à l'intérieur du socle et traversant un écrou *i* attaché audit chariot. Cette vis se manœuvre, soit par le volant à manette V′, claveté à l'une de ses extrémités, soit par un second volant V^2, disposé, pour la commodité du service, près des outils. Comme ce volant doit alors se trouver sur un arbre perpendiculaire à la vis, cet arbre I′ est muni d'un pignon d'angle *i′* qui engrène avec un pignon semblable calé sur celle-ci.

Si les mortaises devaient être pratiquées bien perpendiculairement à l'axe du moyeu, il suffirait de monter les poupées C et C′ directement sur ce chariot, sa faculté de se déplacer suivant une ligne rigoureusement droite permettant de bien présenter le moyeu à l'action des outils; mais comme elles doivent, au contraire, former latéralement un certain angle, le constructeur a ajouté sur le dessus bien dressé de ce chariot la tablette en fonte B′ montée sur un pivot *p′* (fig. 2 et 5), et présentant un bossage circulaire auquel est fixé le secteur denté *b*; celui-ci engrène avec une vis sans fin *j*, clavetée sur l'arbre horizontal J que l'on fait tourner à l'aide du volant à manette *v* fixée à son extrémité.

Pour que l'ouvrier puisse régler promptement et sans tâtonnement la position exacte que doit occuper la tablette sur le chariot, d'après l'angle déterminé, un petit doigt en métal *j′* se fixe à l'avance sur le bord arrondi de ladite tablette (voyez fig. 1 et 5). En faisant tourner celle-ci, ce doigt vient rencontrer alternativement deux tocs *k* et *k′* qui forment arrêt, et préviennent ainsi que l'on est arrivé à la position voulue. Il suffit pour cela de placer ces tocs aux places convenables dans une coulisse pratiquée à cet effet dans l'étrier J′, qui est fixé par ses extrémités recourbées sur le bord du chariot.

Si l'on avait besoin, pour un travail spécial, d'arrêter la tablette suivant un angle déterminé, on la rendrait solidaire avec le chariot en serrant les vis *b′* engagées dans des coulisses, qui sont de formes circulaires pour permettre les mouvements angulaires dont il vient d'être question.

Le moyeu M, dans lequel il s'agit de percer les mortaises destinées à recevoir les tenons des rais, se place entre les deux disques *c* et *c′*, qui sont munis de pointes saillantes destinées à pénétrer dans le bois, et fondus avec des douilles engagées dans les poupées C et C′.

Ces poupées peuvent être rapprochées ou éloignées l'une de l'autre, suivant la longueur du moyeu qu'elles ont à soutenir, en les faisant glisser sur la tablette B′, munie à cet effet de deux rainures parallèles longitudinales dans lesquelles pénètrent les boulons d'attache. Le disque *c′* de la poupée C′ est solidaire avec elle au moyen de sa douille et d'une rondelle *r* (fig. 1 et 5), formant de l'autre côté rebord saillant de façon à éviter son déplacement suivant son axe sans cependant l'empêcher de tourner.

Quant au disque *c*, il peut, à la fois, se déplacer horizontalement à

l'intérieur de sa poupée C pour produire le serrage du moyeu, au moyen d'une vis centrale que l'on manœuvre à l'aide du volant v' (fig. 5), et tourner avec le manchon creux K.

Ce manchon, ajusté à l'intérieur de la poupée, saillit à l'extérieur pour recevoir le plateau K', muni à sa circonférence d'échancrures également distantes destinées à produire la division des mortaises autour du moyeu. Il suffit pour cela, chaque fois qu'une mortaise est percée, de faire tourner le plateau K' en dégageant, par le soulèvement du contrepoids p', le crochet d'arrêt l (vu en ponctué, fig. 2) de l'une des échancrures pour l'engager dans l'échancrure suivante.

Il faut donc, pour obtenir ce résultat, faire tourner le plateau K' d'une quantité égale à une division; manœuvre obtenue très-aisément à l'aide du levier à déclic L, dont le collier est monté à frottement sur le bord tourné de la poupée.

De l'outil pratiquant les mortaises. — L'outil rotatif formant la mortaise est, ou une simple gouge demi-circulaire évidée et s'assemblant au moyen d'un carré avec le porte-outil comme celle représentée fig. 8, ou, ce qui est préférable pour les grandes dimensions, une sorte de double gouge H' (fig. 6) à bords arrondis, et légèrement évidée au milieu, en x, pour former couteau et faciliter l'entrée dans le bois et en même temps le dégagement des copeaux.

Cet outil est terminé, non par un carré, mais par une partie conique engagée dans le renflement de l'arbre H, ce qui est bien plus facile pour l'exécution, en même temps que le centrage de l'outil est plus assuré. L'arbre H est monté dans les paliers de la poupée G', ajustée à queue d'hironde sur le petit chariot afin que l'ouvrier puisse la faire avancer et, par suite, faire pénétrer l'outil progressivement dans le bois. A cet effet, sous la poupée, est fixé un écrou traversé par la vis à quatre filets l' que l'on fait tourner à l'aide du volant à manette v^2.

Le mouvement du chariot G, qui doit s'effectuer perpendiculairement à la poupée, afin de déplacer rapidement la mèche d'un bout à l'autre de la mortaise, est obtenu en agissant sur la manette du levier L', lequel est relié au chariot par les deux petites bielles articulées M', comme on le voit sur la section fig. 3.

Pour limiter la course dans les positions extrêmes correspondant à la longueur exacte de la mortaise, deux vis de butée m et m', dont on règle l'écartement à volonté, sont disposées de chaque côté du chariot, l'une sur une règle verticale boulonnée au coffre D', l'autre sur le coffre même D.

De l'outil a équarrir. — Cet outil, qui n'a d'autre mission, comme nous l'avons dit, que celle de défoncer les deux angles que laisse la gouge ronde aux extrémités de chaque mortaise, n'est doué que d'un mouvement rectiligne alternatif, qui lui est communiqué par l'excentrique F' agissant entre les deux branches verticales e du cadre en fonte E,

lequel peut glisser dans la coulisse à queue ménagée sur le coffre D. Les deux faces internes des branches *e* sont garnies de plaques en acier pour résister au frottement de l'excentrique.

L'outil E′, qui a la forme d'un bédane, pouvant couper des deux côtés, comme l'indique bien la fig. 7, est maintenu sur la glissière formant le porte-outil par les deux étriers en fer *e′* engagés dans des rainures latérales pratiquées à cet effet dans l'épaisseur de cette pièce.

Maintenant que nous avons décrit les dispositions spéciales de chacune des pièces principales formant l'ensemble de cette machine, il ne nous reste plus qu'à dire un mot sur la manière dont on fait le service.

CONDUITE ET FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE.

Le moyeu, tourné suivant la forme voulue, est placé entre les deux disques *c* et *c′* des poupées C et C′, puis serré convenablement en tournant le volant *v′*; les tocs *k* et *k′* sont arrêtés dans la coulisse de l'étrier J′ à une distance déterminée pour correspondre, l'un à l'angle que l'on veut donner à l'un des côtés de la mortaise, et l'autre au côté opposé. Ceci fait, soit en agissant sur le volant V′, soit sur celui V^2, on fait avancer le chariot B jusqu'à ce que le moyeu se trouve vis-à-vis de la gouge mortaiseuse H′, en un point qui devra correspondre à l'une des extrémités de la mortaise.

Après avoir eu le soin, en faisant tourner le volant à main *v*, de placer la tablette B′ qui porte les poupées suivant l'inclinaison que doit avoir cette extrémité, on perce un premier trou *t* (fig. 6) traversant le moyeu jusqu'à son ouverture centrale, ce qui est obtenu en quelques secondes en faisant avancer rapidement la mèche au moyen du volant v^2 monté à l'extrémité de la vis à quatre filets *l′*.

Ce premier trou percé, on change l'inclinaison de la tablette B′ en tournant le volant *v* jusqu'à ce que le doigt j′ rencontre le second toc *k′* placé du côté opposé, puis, appuyant sur le levier L′, on déplace le chariot G′ d'une quantité égale à celle que doit avoir la mortaise, et qui est limitée par la rencontre de la vis de butée *m′*; on fait alors pénétrer à nouveau la mèche dans le moyeu, et le second trou *t′* (fig. 6) est percé à fond comme le premier,

Les deux trous formant les extrémités une fois percés, il faut enlever le petit bloc de bois T qui existe entre eux; c'est en faisant aller et venir rapidement la gouge sur ce bloc par le soulèvement et l'abaissement alternatif du levier L′ que l'ouvrier tient de la main droite, tandis que de la gauche il tourne le volant v^2 pour faire avancer la mèche, que ce bloc, réduit en copeaux très-minces, disparaît.

Il ne reste plus, pour achever la mortaise, que d'en équarrir les deux extrémités. La première manœuvre, pour atteindre ce but, est, en tour-

nant le volant V^2, de ramener le chariot B de façon à ce que le moyeu vienne présenter l'une des extrémités de sa mortaise en face du bédane E′, et celui-ci, que l'on met en mouvement en faisant passer la courroie de la poulie folle P′ sur celle fixe P, a bientôt, en quelques coups, équarri le côté qui lui est présenté (voyez le détail fig. 7). Dès que ce côté est achevé on passe à l'autre, en faisant d'abord avancer le chariot jusqu'à ce qu'il vienne buter contre la vis de réglage *s*, engagée dans une équerre en fer *s′* fixée contre le socle (fig. 1 et 5); puis, on change l'angle des poupées à l'aide du volant *v*, de la vis sans fin *j* et du secteur *b*, c'est-à-dire que l'on procède comme on l'avait fait précédemment pour le perçage des trous.

La mortaise achevée, on fait tourner le plateau K′ d'une division au moyen du levier à déclic L; puis, sans interruption, on renouvelle la série des opérations que nous venons de décrire.

La vitesse de rotation de la gouge est de 1,500 à 2,000 tours par minute, tandis que le bédane ne frappe que 100 à 120 coups dans le même temps.

Comme le nombre des manœuvres est relativement assez grand, on peut penser que le mortaisage d'un moyeu demande un temps assez long. Il n'en est rien pourtant : il suffit que l'ouvrier connaisse bien sa machine. Pour en donner une idée, nous devons dire que nous avons vu dans l'établissement même de MM. Dupuis et Dauvillers un fort moyeu de charrette de 28 à 30 centimètres de diamètre, avoir ses dix mortaises complétement achevées en moins de 15 minutes.

On doit reconnaître par cela même quelle économie de main-d'œuvre et de temps et par suite quelle économie d'argent une telle machine peut donner; de plus, le résultat obtenu est sensiblement plus parfait que celui du travail manuel; les mortaises sont bien plus régulières et, les divisions étant aussi plus exactes, le montage des rais peut se faire plus rapidement et dans des conditions bien meilleures que lorsque le travail est effectué à la main.

DESCRIPTION DE LA PETITE MACHINE A MORTAISER

REPRÉSENTÉE FIG. 9 ET 10.

La petite machine qui est représentée en élévation latérale et en plan, vue en dessus par les fig. 9 et 10, est destinée au mortaisage des bois de petites dimensions employés dans la menuiserie et l'ébénisterie ; son volume est peu considérable et son service facile. Elle est composée d'un bâti vertical A fondu avec un patin qui se fixe directement sur le sol au moyen des quatre boulons *a*.

Un tablier B est ajusté dans des coulisses verticales pratiquées devant ce bâti, pour supporter la petite tablette à chariot B′, sur laquelle se

place la pièce de bois à mortaiser ; celle-ci y est maintenue solidement, et par le serrage de la vis *v*, qui l'appuie contre les appendices verticaux *b* ménagés de fonte avec la tablette, et par la vis *v'* qui la retient sur la face horizontale dressée de ladite tablette.

Le support coudé en équerre *b'*, dont la tête filetée forme écrou à la vis *v'*, peut être élevé ou abaissé dans sa douille et y être arrêté à la hauteur convenable, suivant celle de la pièce de bois, au moyen d'une vis de serrage.

La hauteur du tablier se règle à volonté, afin de pouvoir présenter le bois à la place exacte en face des outils, au moyen de la vis V que l'on fait tourner à l'aide du volant V'. Cette vis a son écrou en bronze monté dans la tête de la petite colonne C boulonnée à sa base sur le patin du bâti.

La pièce de bois ainsi amenée à la hauteur qu'elle doit occuper vis-à-vis des outils, on arrête le tablier dans cette position, par son serrage sur le bâti, en appuyant sur le levier L.

Comme dans la machine précédemment décrite, il y a deux outils, la gouge *h* qui pratique la mortaise, et l'équarrissoir *e* qui termine ses deux extrémités. Le porte-outil de la gouge, c'est l'arbre H monté dans les paliers du chariot G, lequel peut glisser à frottement doux dans les coulisses à queue d'hironde de la table en fonte A' boulonnée sur le bâti. Une vis de butée *g* maintient le recul de l'outil sous la pression exercée à l'aide du levier à manette *l* pour le faire pénétrer dans le bois.

Pour limiter la course de ce levier à la profondeur que doit avoir la mortaise, le constructeur a eu le soin de disposer une tige d'arrêt *t*, que l'on peut placer à une distance plus ou moins éloignée, en la faisant glisser dans une rainure ménagée à cet effet sur le bâti, et que l'on fixe en serrant la poignée *t'*.

Le mouvement rapide de rotation, nécessaire à la gouge pour pénétrer dans le bois, lui est communiqué par la petite poulie *p*, fixée sur l'arbre porte-outil ; à côté de celle-ci, sur un manchon ne touchant pas l'arbre et qui est supporté par un petit palier, se trouve la poulie folle *p'*, destinée à recevoir la courroie lorsqu'on veut interrompre le mouvement. C'est par le godet du palier et un canal bifurqué que le graissage du manchon est effectué.

Pour pratiquer la mortaise dans la pièce de bois P, une fois qu'elle a été convenablement placée et fixée, comme il a été dit, sur la tablette B' du tablier B, on perce les deux trous extrêmes, puis de la main gauche, en poussant et en tirant alternativement cette tablette, qui glisse dans ses coulisses avec une extrême facilité, on enlève le bloc de bois laissé entre les deux trous, et cela naturellement en faisant pénétrer la gouge à l'aide du levier *l* que l'on tire à soi, en même temps que l'on déplace le bois.

Cette opération terminée, il ne reste plus qu'à équarrir les extrémités

au moyen du bédane *e*, retenu par une vis de pression dans son porte-outil E, lequel, ajusté dans une rainure pratiquée sur le côté de la table A', peut y glisser horizontalement. Il est relié à cet effet par la bielle méplate *m* au levier L', que l'ouvrier peut actionner aisément de la main droite en tirant à lui la poignée *l'*. Quelques coups suffisent pour défoncer les angles de façon à équarrir les extrémités laissées rondes par l'outil rotatif.

La force motrice nécessaire au fonctionnement d'une telle machine est peu considérable et le travail qu'elle peut produire avec un seul homme peut être égal à celui que huit ou dix ouvriers habiles effectueraient dans le même temps, et, de plus, dans des conditions de perfection notablement supérieure, comme précision, netteté des côtés et dressage parfait du fond.

Disons, en terminant, que M. Perin, après avoir commencé à exécuter spécialement des scies à lame sans fin, qu'il a, comme on sait, industrialisées par suite de perfectionnements notables qu'il y a apportés, s'est adonné, d'une manière toute particulière, à la construction des scieries de toute espèce et des machines à travailler le bois, pour lesquelles il s'est acquis depuis plusieurs années une réputation justement méritée. Nous aurons à faire connaître, dans notre prochain volume, plusieurs de ces machines dont il a bien voulu, avec une obligeance parfaite, nous communiquer les dessins et les documents pratiques.

ERRATA.

Page 4, ligne 7 du sous-titre, *au lieu de :* DESCRIPTION DE POMPE, *lisez :* DESCRIPTION DE LA POMPE.

Page 7, ligne 18, *au lieu de :* $0^{m}200$, *lisez :* $0^{m}220$.

Page 270, ligne 1, *au lieu de :* M. W. de Muir, Manchester, *lisez :* M. W. Muir, de Manchester.

Page 317, ligne 21, *au lieu de :* M. Bonacier fils, *lisez :* M. Bonnassiés fils.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME SEIZIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE

I

Pages.

POMPE A COMPRIMER L'AIR, ACTIONNÉE DIRECTEMENT PAR UNE MACHINE A VAPEUR, ET APPLIQUÉE AUX TRAVAUX SOUS-MARINS, par MM. E. GOUIN et Cᵉ, constructeurs à Paris. (Planche 1.) 1

Description de la pompe à air et de son moteur représentés pl. 1. . . 4

Moteur à vapeur. 4

Pompe à air. 6

TRAVAIL ET RENDEMENT DE LA POMPE. 7

PONT ROULANT AVEC TREUIL MOBILE DE QUARANTE TONNES, EXÉCUTÉ POUR LE SERVICE DES ATELIERS DE LA MARINE IMPÉRIALE, A TOULON ET A INDRET, par M. NEUSTADT, ingénieur à Paris. (Planche 2.) 9

Description du pont roulant avec treuil mobile, représenté pl. 2. . . . 10

Du treuil et de son mouvement. 12

PUISSANCE ET TRAVAIL DU TREUIL SOUS CHARGE NOMINALE. 13

MÉTIER A LA JACQUART PERMETTANT LA SUBSTITUTION DU PAPIER CONTINU AU CHAPELET DE CARTONS, par M. FRANÇOIS DURAND, constructeur-mécanicien à Paris. (Planche 3.). 16

Description du métier à la Jacquart, représenté par les fig. 1 à 5 de la planche 3. 22

Dispositions générales. 22

Étui. 23

Mouvement de recul de l'étui et des aiguilles. 25

Déplacement latéral de la griffe, et commande du cylindre. . . . 25

Considération sur l'emploi du métier. 26

MACHINE DOUBLE A PERCER LES CYLINDRES DES JACQUARTS, *représenté fig. 6 à 9, planche 3* 27

MACHINE RADIALE A PERCER A PLATEAU MOBILE ET PERCEUSE APPLIQUÉE SUR COLONNE, par M. Hartmann, constructeur de machines, à Chemnitz (Saxe). (Planche 4.) 30
Description de la perceuse radiale à plateau, représentée par les fig. 1 à 6 de la planche 4. 32
Bâti et table rainée. — Bras radial. 32
Porte-outil. — Transmission de mouvement. 33
Description de la perceuse, appliquée sur colonne, représentée par les fig. 7 à 10. 35

II

APPAREILS STERHYDRAULIQUES, substitués aux pompes d'injection, par MM. Desgoffe et Ollivier, ingénieurs à Paris. (Planche 5.). 37
Description de la presse sterhydraulique représentée par les fig. 1 et 2 de la planche 5. 38
Description de la pompe sterhydraulique, représentée par les fig. 3 à 5 de la planche 5. 40
PUISSANCE DES APPAREILS STERHYDRAULIQUES. 42

PRESSE HYDRAULIQUE HORIZONTALE CHAUFFÉE PAR LA VAPEUR, construite par la société John Cockerill, à Seraing (Belgique). (Planche 5, fig. 6 à 9.). 45
Presse hydraulique. 46
Tubes articulés. — Deux dispositions 48

BASSINS DE RADOUB. — GRANDES FORMES SÈCHES, ÉTABLIES AU PORT D'ALGER, par M. Hardy, ingénieur des ponts et chaussées. — PORTE D'ÉCLUSES ET MACHINES D'ÉPUISEMENT APPLIQUÉES A CES FORMES et exécutées par MM. Nillus et fils, constructeurs au Havre. (Premier article — formes. — Planche 6.). 50
DES DIVERS PROCÉDÉS USITÉS POUR ASSÉCHER DES BATIMENTS DE MER. . 51
Cales de halage. 51
Bassin de radoub. — Appareil Clarke. 53
Gril flottant. — Gril de marée. 54
Bassins flottants. 55
CONSTRUCTIONS DES FORMES ET DE LEURS ENCEINTES, *fig. 1 à 16, pl. 6.* . 55
Caisses à couler le béton. 58
Remarque. — Coulage de l'enceinte de la petite forme 59
Observation. — Coulage — de la grande. 62
Construction du mur de quai. 65
Disposition et construction des formes. 66
PRIX DE REVIENT DES TRAVAUX RELATIFS AUX ENCEINTES DES FORMES D'ALGER. 68
Nettoyage de l'emplacement des caisses et entre-deux. 68
Confection des murettes. 69

MATÉRIEL FIXE. *Lançage et mise en place des caisses et entre-deux* . 71
Outillage et apparaux. — Matières consommées. — Main-d'œuvre. 72
Coulage du béton. — Matériel spécial. — Matières consommées. . 73

CONCASSAGE DES PIERRES ET DES MINERAIS. MACHINE AMÉRICAINE A GENOUILLÈRE, système BLAKE, perfectionné par M. AVERLY. — MACHINE A EXCENTRIQUES A MACHOIRE SIMPLE ET A MACHOIRES DOUBLES MOBILES, par M. DYCKHOFF, constructeur-mécanicien à Bar-le-Duc. — CONCASSEUR A PUISSANCE HYDRAULIQUE, par M. E. CHAMBER. (Planche 7.) 75
APERÇU HISTORIQUE. 75
Description de la machine américaine, perfectionnée par M. Avery, représentée par les fig. 1 et 2 de la planche 7.. 81
SERVICE ET RENDEMENT DES CONCASSEURS DU SYSTÈME AMÉRICAIN. . . . 83
Description des machines à excentriques à mâchoire simple et à mâchoires doubles mobiles de M. Dyckhoff, représentées par les fig. 3 à 7, planche 37. , ... 86
Système à mâchoire simple. 87
Système à deux mâchoires mobiles. 87
SERVICE ET RENDEMENT DE LA MACHINE. 89
Description du concasseur hydraulique de M. Chamber, représentée figure 8. 91

MÉTIER MÉCANIQUE A TISSER LES DRAPS NOUVEAUTÉS, de MM. BACOT et fils, manufacturiers à Sedan, construit par M. L. BRUNEAUX fils aîné, à Réthel. (Planche 8.). 93
Description générale du métier, représenté par les fig. de la planche 8. 94
De l'ensouple et de l'envideur. 95
De la chasse et de son mouvement. 96
Boîtes à navettes, leur mouvement. 97
Mécanisme du lançage de la navette. 100
Débrayage automatique du métier. 101
APPLICATION DU COMPTE-DUITES A LA PAYE DES TISSERANDS. 103

COMPTE-DUITES DE TISSAGE, par M. BONA, professeur de tissage à l'école de Verviers. 106

III

APPAREIL A VAPEUR DE TRENTE CHEVAUX A CYLINDRES FIXES ET INCLINÉS POUR NAVIRES A ROUES, par MM. FAIVRE frères, ingénieurs-mécaniciens à Nantes. (Planche 9.) 107
ENSEMBLE DE LA DISPOSITION. 108
DÉTAILS D'EXÉCUTION. 110
Cylindres moteurs et distribution. 110
Appareil de condensation. 111
Pompes alimentaires. — Arbre moteur et roues propulsives. . . . 112
DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE. 113

Puissance théorique du moteur. 444
Roues propulsives. 445
RÉSULTATS PRATIQUES. 447

NOUVEAU RÈGLEMENT CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT DES MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR. (Décret impérial du 25 janvier 1865.). 420

SCIES CIRCULAIRES DE DIVERS SYSTÈMES POUR DÉBITER ET FAÇONNER LES BOIS, exécutées par MM. F. ARBEY et Cᵉ constructeurs de machines à Paris. (Planche 10.) 425
Description de la scierie circulaire à chariot, représentée par les fig. 1 à 5, planche 10. 427
Vitesse. 430
Description de la scie à arbre mobile, représentée par les fig. 6 à 9 de la planche 10. 430
Description de la scie à inclinaison variable représentée par les fig. 10, 11 et 12. 434

LOCOMOTIVE DE GRANDE PUISSANCE A QUATRE CYLINDRES ET SIX ESSIEUX ACCOUPLÉS, par M. JULES PETIET, ingénieur en chef du matériel au chemin de fer du Nord. (Planches 11 à 14.). 433
BASES D'ÉTABLISSEMENT DES NOUVELLES LOCOMOTIVES EN SERVICE SUR LE CHEMIN DE FER DU NORD. (Extrait de la notice de M. Petiet.) . . . 435
Exposé des motifs 435
Appareil de vaporisation. 436
Machinerie. 439
Résumé. 445
Description de la machine locomotive à marchandises à quatre cylindres et à six essieux, représentée par les fig. 1 à 11, planches 11 à 14. 446
ENSEMBLE DE LA DISPOSITION. 446
Légende des figures. — Disposition générale du mécanisme. . . . 446
Disposition générale du générateur. 447
Caisse d'approvisionnement d'eau et de combustible. 448
Relation du mécanisme et du générateur. 448
DÉTAILS DE CONSTRUCTION. — Générateur. 450
Mécanisme des régulateurs 451
Caisse d'approvisionnement et alimentation. 452
Mécanisme moteur, châssis, essieux et roues. 453
Application du mode d'articulation, système Beugniot. 454
Dimensions et conditions de marche de la locomotive à six essieux. 457

IV

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES SUR LES LOCOMOTIVES A SIX ESSIEUX ACCOUPLÉS 463

Expérience du 2 octobre 1863. 164
» du 21 janvier 1864. — Emploi du système Beugniot . . 166
Machine locomotive à voyageurs à quatre cylindres et à cinq essieux représentée fig. 12, planche 13. 168
EXPÉRIENCE SUR LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINÉES DES LOCOMOTIVES. 169

RECHERCHES SUR LA COMBUSTION DE LA HOUILLE ET DU COKE, DANS LES FOYERS DES LOCOMOTIVES ET DES CHAUDIÈRES FIXES, par M. COMMINES DE MARSILLY. 174
Machine Engerth, vitesse de 30 à 40 kilomètres. 175
Machine Engerth, vitesse de 40 kilomètres 176
Machine Crampton, vitesse de 80 kilomètres en marche 176
Mélange de houille anglaise et de Mons. 179

GRUE ROULANTE A CHARIOT POUR TRANSBORDEMENT, DE TRENTE TONNES, et GRUE DE MONTAGE DE VINGT TONNES, par M. C. NEUSTADT, ingénieur à Paris. (Planche 15.). 180
Description de la grue roulante à chariot, représentée par les fig. 1 à 3, planche 15. 181
Chariot-Treuil. 182
Mouvement de direction du chariot. 183
RAPPORTS DES ENGRENAGES DE TRANSMISSION, PUISSANCE ET TRAVAIL DU TREUIL SOUS LA CHARGE NOMINALE. 184
Description de la grue de montage de vingt tonnes, représentée par les fig. 4 à 16 de la planche 15. 186

TISSAGE MÉCANIQUE. — MACHINE A LIRE ET PIQUER LE PAPIER CONTINU, POUR MÉTIER A LA JACQUART, par M. François DURAND, constructeur-mécanicien à Paris. (Planches 16 et 17.) 187
Description de la machine à lire et piquer le papier continu, représentée planches 16 et 17. 188
Du lisage. 189
Du piquage. 191
Commande principale. 194
Marche et enroulement du papier percé. 195
Piquage du papier. 195
Fonctionnement de l'appareil. 198
RÉSULTATS ÉCONOMIQUES. 199

V

PLAQUE TOURNANTE A PLATEAU SUPÉRIEUR EN ACIER FONDU ET A TAMPONS MOBILES DE CALAGE, système de M. POULET, ingénieur, construit par MM. PETIN, GAUDET et Cᵉ, maîtres de forges à Rive-de-Gier. (Planche 18.). 201

Description de la plaque tournante, représentée planche 18. 204
Ensemble de la construction. 204

CONSERVATION DES GRAINS, DES FARINES ET DES BISCUITS, procédés de M. le Dr Louvel, de M. Delonchant et de M. Hassmann père. 208
SYSTÈME DE M. LOUVEL. 208
SYSTÈME DE M. DELONCHANT. 212
Description de l'appareil 212
SYSTÈME DE M. HASSMANN. 213

MOTEURS A VAPEUR. — MACHINE A ROTATION DIRECTE, DU SYSTÈME A DISQUE, par M. Molard, ingénieur-mécanicien à Lunéville. 215
Description de la machine double, représentée fig. 1 à 5, planche 19. 216
Disposition d'un appareil simple. 216
Combinaison des deux appareils. 218
Détails de construction des appareils moteurs. 219
Condenseur avec pompe à air à disque 220
Modificateur de la machine précédente. 221
Description de la machine poulie, représentée fig. 6, planche 19. . . 222
CALCULS RELATIFS AUX MACHINES A ROTATION DIRECTE, ***représentées par les fig. 1 à 6, planche 19.*** 224

APPAREIL DISTRIBUTEUR ÉQUILIBRÉ APPLICABLE AUX MOTEURS ET AUX POMPES, par M. Perret, ingénieur civil, chef des études de la construction des chemins de fer du Midi. (Planche 19, fig. 7 à 9.) . . 227
Description de l'appareil distributeur, représenté fig. 7 à 9, pl. 19. 227

BATEAU-PORTE DE L'UNE DES FORMES SÈCHES DU PORT D'ALGER, par M. Hardy, ingénieur des ponts et chaussées, et construit par MM. Nillus et ses fils au Havre. (Deuxième article.—Portes.) Planche 20. 231
CONSTRUCTION ET MANŒUVRE DU BATEAU-PORTE, *représentées par les fig. 1 à 18, planche 20.* 233
Ensemble de la construction. 233
Fermeture de la porte. 235
Ouverture de la porte. 236
Accessoires de service et détails de construction. 236
Dimensions principales. 238

VI

MACHINES A LAMINER LES BANDAGES DE ROUES POUR VÉHICULES DE CHEMINS DE FER, par MM. Le Brun et Lévêque, constructeurs de machines à Creil. (Planche 21.). 241
Description de la machine à laminer les bandages de roues, représentée par les figures de la planche 21 245

Disposition générale. 245
Moteur annexe. 246
Mouvement du laminoir. — Galets-Guides. 248
Rouleaux conducteurs. — Service de la machine. 249
Examen par ordre chronologique des brevets pris de 1844 à 1865 pour des procédés propres à la fabrication des bandages de roues de wagons, locomotives, tenders, etc. 255

MACHINE A RABOTER TRANSVERSALEMENT ET A CHANTOURNER LES MÉTAUX, dite ÉTAU-LIMEUR, exécutée par MM. F. ARBEY et Cᵉ, constructeurs-mécaniciens à Paris. (Planche 22.) 268
Description de l'étau-limeur, représenté planche 22. 270
Du bâti. — Mouvement du porte-outil 271
Du banc ou table pour le fixage des pièces à travailler. 272
De l'étau. 274
FORME ET EMPLOI DES OUTILS D'AJUSTAGE. 275

GRUES ROULANTES A CHARIOT ET A VAPEUR POUR LE TRANSBORDEMENT ET LE DÉCHARGEMENT DES MARCHANDISES, exécutées par M. L. A. QUILLACQ, ingénieur-constructeur, à Anzin. (Planche 23 et 24.). 279
Description de la grue roulante à vapeur de dix tonnes, représentée planche 23. 281
Ponts et chevalets. 281
Chariot. 282
Machine motrice et son générateur. 283
Mouvement de translation de la grue. 285
Travail de l'appareil. 286
Description de la grue roulante à vapeur, représentée par les fig. 1 et 2 de la planche 24. 287
Élévation du fardeau. 287
Déplacement du chariot. — Translation de la grue. 288
Description de la grue de déchargement des bateaux, représentée par les fig. 3 à 7 de la planche 24. 289
OBSERVATIONS SUR LE TRAVAIL COMPARATIF ENTRE LES GRUES A VAPEUR ET LES GRUES A BRAS. 291
NOTES COMPLÉMENTAIRES. 294

VII

MACHINES D'ÉPUISEMENT APPLIQUÉES AUX FORMES SÈCHES DU PORT D'ALGER, établies sous la direction de M. HARDY, ingénieur des ponts et chaussées, et construites par MM. NILLUS ET FILS, au Havre. (Troisième et dernier article.) Planches 25 et 26. 297
Description des machines d'épuisement, représentées planches 22 et 26. 298
Ensemble du bâtiment et des machines. 298

DÉTAILS D'EXÉCUTION. 301
Pompes et leurs accessoires. 301
Machines motrices et générateurs. 303
DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE. 303
Dimension et travail des pompes. 303

MARTEAU-PILON A VAPEUR DE GRANDE PUISSANCE, construit dans les établissements de MM. KAMP et Cᵉ de Wetter (Westphalie), sous la direction de MM. C. DAHLHAUS et Alp. TRAPPEN, ingénieurs. 307
Description du marteau-pilon, représenté planche 27. 308
ENSEMBLE DE LA CONSTRUCTION. 308
DÉTAILS DE CONSTRUCTION. — Distribution. 309
Ensemble du cylindre et des jumelles. 311
Assemblage de la tige du piston et du marteau. 311
Socles des piédroits. — Enclume et chabotte. 312
Dimensions et conditions de marche. 312

HAUTS-FOURNEAUX, FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET DES CHEMINS DE FER. — VISITE AUX USINES de MM. PETIN, GAUDET et Cᵉ, à Rive-de-Gier, Assailly et Saint-Chamond. 316

MACHINE A BROYER ET A TEILLER LE CHANVRE SANS ROUISSAGE PRÉALABLE, par MM. LÉONI et COBLENZ, manufacturiers à Paris. 325
Description de la cisaille ou coupe-racines, représentée par les fig. 1 et 2 de la planche 28. 331
Description de la grosse broyeuse, représentée par les fig. 3, 4, 5 et 6 des planches 28 et 29. 332
Description des deux broyeuses accouplées, représentées par les fig. 7, 8, 9 et 10 des planches 28 et 29 334
Transmission de mouvement. 334
Description des teilleuses à double effet, représentées par les fig. 7, 8 et 9. 336
RÉSULTATS OBTENUS A L'USINE DE VAUGEULIEU *par l'application des machines et procédés de MM. Léoni et Coblenz.* 338
CULTURE DU CHANVRE. 341
ACHATS ET TARIFS. 343
CONCLUSION. 344

VIII

MACHINE A TEILLER LE LIN ET LE CHANVRE, par M. LEVEAU, mécanicien au Mans. 345
Résultats économiques de la machine 347

TURBINE HÉLIÇOIDALE POUR ÉLEVER DE GRANDS VOLUMES D'EAU A DE PETITES HAUTEURS, établie à Alexandrie (Égypte), par M. J. CORDIER, ingénieur à Paris, et construite par MM. LE BRUN et LÉVÊQUE, mécaniciens à Creil. (Planche 30.) 349

Description de la turbine héliçoïdale, représentée planche 30. . . . 351
Disposition générale. — Moteur à vapeur. 351
Tendeur. 353
Turbine. 354
MARCHE ET RENDEMENT DE L'APPAREIL. 355
ACIÉRIES D'UNIEUX (PRÈS FIRMINY, Loire), appartenant à MM. HOLTZER et DORIAN et connues sous la raison JACOB HOLTZER et Cᵉ. 360

MÉTIER MÉCANIQUE À TISSER, A ALIMENTATION CONTINUE ET A PLUSIEURS NAVETTES, par MM. H. J. et R. CRAWFORT et R. TEMPLETON, manufacturiers à Beith, comté d'Ayr (Angleterre). (Planche 31.). . . 363
Dispositions générales. 364
Navettes et mécanismes opérant leur déplacement. 364
Mécanisme du casse-trame amenant le changement de la navette. . 368
Arrêt automatique du métier. — Tissage à plusieurs couleurs. . . 369

MACHINE A TAILLER LES ROUES D'ENGRENAGE DROITES ET CONIQUES, construite par M. WHITWORTH, ingénieur-mécanicien à Manchester. (Planche 32.) 371
Description de la machine à tailler les roues d'engrenage, représentée planche 32. 374
Ensemble de la machine 374
DISPOSITION DU PORTE-OUTIL. 376

IX

APPAREILS DE LEVAGE A CHAINE GALLE. — GRUE DE FONDERIE DE 22 TONNES, établie dans la fonderie de l'arsenal de Brest, par M. C. NEUSTADT, ingénieur à Paris. (Planche 33.) 379
Ensemble de la construction de la grue, représentée planche 33. . . 381
DÉTAILS DE CONSTRUCTION. 383
Boîtard du pivot supérieur. 384
Mécanisme d'orientation. 384
Assemblage du pivot inférieur. 385
Mécanisme de direction. Fig. 10 à 16. 385
DIMENSIONS ET CONDITIONS DE MARCHE. 386

MACHINE A VAPEUR LOCOMOBILE, D'UNE PUISSANCE NOMINALE DE 14 CHEVAUX, par M. I. NILLUS LE JEUNE, constructeur-mécanicien au Havre. (Planche 34.) 389
Description de la machine locomobile, représentée fig. 1 à 5, pl. 34. 390
Ensemble de la construction. 390

DE L'ACTION DES MÉTALLOÏDES SUR LE VERRE ET DE LA PRÉSENCE DES SULFATES ALCALINS DANS LES VERRES DE COMMERCE, par M. PELOUZE. 393
Verre au soufre. 394
Verre au bore. — Verre au silicium. 395
Verre au phosphore. — Verre à l'aluminium. 395
Action de l'hydrogène sur le verre. 396

MACHINES RADIALES A PERCER. — Système de MM. FAIRBAIRN et Ce de Leeds, et système de M. HULSE de Manchester. (Planche 35.) . . 401
Description de la perceuse radiale à plateau universel de M. Fairbairn, représentée par les fig. 1 à 3, planche 35. 402
Description de la perceuse radiale à table de M. Hulse, de Manchester, représentée par les fig. 4 à 7, planche 35. 405

DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA BRASSERIE de M. Félix BOUCHERIOT, à Puteaux. — APPAREILS DE FABRICATION, construits par MM. SÉRAPHIN frères, ingénieurs-mécaniciens à Paris. (Planches 36 et 37.) 407
MATIÈRES PREMIÈRES. — COMPOSITION. 408
Orge. 409
Houblon. 410
PRÉPARATION DU MALT. 411
Mouillage. — Germination. 411
Dessiccation. 412
Broyage ou mouture. 414
DU BRASSAGE OU FABRICATION. 414
Trempe ou saccharification. 414
Cuisson de la bière. — Décantation ou filtration du moût. 416
Refroidissement du moût. 416
Fermentation. 417
Clarification et collage. 418
Description de la brasserie, représentée par les fig. 1 à 5, pl. 36 et 37. 419
DISPOSITION GÉNÉRALE DE LA BRASSERIE. 419
CUVES-MOUILLOIRS, GERMOIRS, TOURAILLES, BLUTOIR. 422
Cuves-mouilloirs. — Germoirs 422
Tourailles, blutoir, concasseur. 423
CUVES-MATIÈRES, CHAUDIÈRES DE CUITE ET ACCESSOIRES. 423
Cuve-matière. 424
Chaudières de cuite. 426
Pompes et accessoires. 427
TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT. 428
COMPOSITION DE BIÈRES DIVERSES 430
IMPORTANCE DE LA FABRICATION. 432

BATEAU POMPEUR APPLIQUÉ A L'EXTRACTION DES VASES MOLLES, construit pour le service du BASSIN DE SAINT-NAZAIRE, par MM. GACHE AINÉ, JOLLET ET BABIN. (Planche 38.) 435
Description du bateau pompeur, représenté planche 38. 436
DIMENSIONS ET CONDITIONS DU FONCTIONNEMENT. 439

FILATURE DU COTON. — CARDE DÉBOURREUSE AUTOMATE AU MOYEN DE LA MÉCANIQUE JACQUART, par M. George RISLER, manufacturier à Cernay. (Planche 39.) 441
Description de la carde débourreuse, représentée par les fig. 1 à 7 planche 39. 442
Dispositions générales. 442
Débourreur automate. 443
Transmission de mouvement. 445
Rouleaux d'appel et pot tournant. 446

NOUVELLES MACHINES POUR LA FABRICATION DES CANONS, par M. Eugène PIHET FILS, ingénieur-mécanicien à Paris 448

MACHINE A MORTAISER LES MOYEUX DE ROUES et PETITE MORTAISEUSE AVEC ÉQUARRISSOIR, par M. PERIN, constructeur-mécanicien à Paris. (Planche 40.) 451
Description de la machine à mortaiser les moyeux de roues, représentée par les fig. 1 à 8, planche 40. 453
Dispositions générales. 454
Du charriot et des poupées porte-moyeux 454
De l'outil pratiquant la mortaise. 456
De l'outil à équarrir. 456
CONDUITE ET FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE. 457
Description de la petite mortaiseuse, représentée fig. 9 et 10. . . 458

ERRATA 460

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux

A

ACKLIN. Métier à la Jacquart..... 18
ALBERT. Scies circulaires..... 125
AMIEL. Laminage des bandages de roues. 262
ARBEY. Scies circulaires..... 125
Id. Étau lamineur..... 268
Id. Machine à mortaiser le bois. 452
ARMAN. Bassin de radoub..... 52
ARNOUX. Grues roulantes..... 180
AUBRY. Laminage des bandages de roues. 256
AVERY. Machine à concasser... 75

B

BABIN. Bateau pompeur..... 435
BACOT et fils. Métier à tisser..... 93
BARRAL. Machines à broyer et à teiller le chanvre..... 326
BARRAL. Fabrication de la bière..... 134
BAYLE. Bateau-porte..... 232
BEAU. Métier à la Jacquart..... 18
BERNARD. Laminage des bandages de roues. 258
BERNIER. Machine à mortaiser le bois.... 451
BERTSCH. Laminage des bandages de roues. 257
BESSEMER. Aciéries..... 317
BEUGNIOT. Locomotive à grande puissance. 154
BISHOP. Machine à vapeur à disque..... 215
BLAKE. Machine à concasser..... 75
BODMER. Laminage des bandages de roues. 256
BOILEAU. Scies circulaires..... 126
BONA. Compte-duites de tissage 106
BONELLI. Métier à la Jacquart..... 18
BONNASSIÈS. Aciéries..... 317
BOUCHEROT. Brasserie de Puteaux..... 407
BOYENVAL. Machine à concasser... 78
BRESQUIGNAN. Machine à concasser..... 80
BRUNEAUX fils aîné. Métier à tisser..... 93
BRUNEL. Scies circulaires..... 126
BUCKTON. Machine à tailler les engrenages. 371

C

CABANAL-DUVILLARD. Laminoir pour bandages de roues..... 259
CAIL. Pompe à air..... 2
CANU. Machine à concasser..... 78
CARILLION. Machines-outils..... 449
CAUSSE. *Id.* 78
CAVÉ. Pompe à air..... 2
CHAMBER. Machine à concasser..... 75
Id. *Id.* 91
CHAMPEAUX. Laminoir pour bandages de roues..... 258
CHARCOUCHET. Machine à concasser..... 80
CHAUFFRIAT. Laminoir pour bandages de roues..... 260
CHEVALLARD. Machine à concasser..... 78
CHRISTIAN. Machine à broyer et à teiller le chanvre..... 327
CLARKE. Bassins de radoub..... 53
COBLENZ. Machine à broyer et à teiller le chanvre 325
COCKERILL (John). Presse hydraulique... 45
COMMINES DE MORSILLY. Recherches sur la combustion de la houille et du coke. 174
CORDIER. Turbine hélicoïdale à élever l'eau 249
COUVREUX. Machine à concasser..... 78
CRAWFORT. Métier mécanique à tisser.... 363

D

DAHLHAUS. Marteau-pilon à vapeur..... 307
DAMON. Machine à mortaiser le bois..... 451
D'AUVILLIERS. *Id.* *Id.* 452

DECHANET. Laminage des bandages de roues 259
DECŒUR. *Id.* *Id.* 262
DEHAITRE. *Id.* *Id.* 257
DELACOUR. Bassins de radoub..... 52
DELONCHANT. Conservation des grains, farines, biscuits..... 208
DESCHAMPS. Laminage des bandages de roues..... 265
DESGOFFE. Appareils sterhydrauliques.... 37
DESHAYS. Machine à tailler les engrenages. 371
DESMONS. Machine à concasser..... 78
DIETRICH. Laminage des bandages de roues. 263
DIETRICH. *Id.* *Id.* 267
DORIAN. Aciéries d'Unieux..... 360
DORMOY. Laminage des bandages de roues. 258
DORNIER. Métier à la Jacquart..... 21
DUBOST. Laminage des bandages de roues. 260
DUCOURNEAU. Machine à concasser..... 77
DUMARCHEY. *Id.* *Id.* 79
DUMERY. Laminage des bandages de roues. 261
DUPLAY. *Id.* *Id.* .. 265
DUPUIS. Machine à mortaiser le bois..... 452
DURAND (François). Métier à la Jacquart pour papier continu..... 16
DURAND (François). Machine à piquer le papier continu pour Jacquart..... 187
DYCKHOFF. Machine à concasser..... 75
Id. *Id.* 83

E

EBSA. Métier à la Jacquart..... 17
ESPOUY. *Id.* *Id.* 13

F

FAIRBAIRN. Étau-limeur..... 239
Id. Machine à tailler les molettes. 372
Id. Machine radiale à percer 402
FAIVRE frères. Appareil à vapeur de marine. 107
FALCOT. Machine à lire et piquer les cartons. 188
FAURE. Hélice-pompe..... 350
FEHLAND. Laminoir à bandages de roues. 245
FESTUGIÈRE. *Id.* *Id.* 255
FOUCHER. Etau-limeur..... 270
FRANÇOIS. Effets de l'air comprimé..... 6
FROMENT. Métier électrique..... 18

G

GACHE aîné. Bateau pompeur..... ... 145
GAGNIÈRE. Métier à la Jacquart..... 19
Id. *Id.* 20
GALLOIS. Laminage de bandage de roues. 258
GAUD. Métier à la Jacquart..... 18
GAUDET. Plaque tournante..... 201
GAUDET. Laminage des bandages de roues. 242
Id. *Id.* *Id.* 256
Id. Hauts-fourneaux, forges et aciéries 316
GEOFFROY. Expériences sur les cheminées des locomotives..... 169
GIGODOT. Métier à la Jacquart..... 18
GIRARDET. Laminage des bandages de roues 259
GOUEL. Aciéries d'Unieux..... 341
GOUIN (Ernest) et Cie. Pompe à comprimer l'air actionnée par un moteur à vapeur.. 1
GROIGNARD. Bateaux-portes..... 232

H

HARDY. Bassins de radoub..... 50
Id. Bateau-porte de bassin de radoub.. 231
Id. Machines d'épuisement des formes d'Alger..... 297
HARTMANN. Machines radiales à percer.. 30
Id. Étau-limeur..... 269
HARTMANN. Machine à percer..... 401
HAUSMANN. Conservation des grains, farines et biscuits..... 208
HEPTINSTALL. Laminoir à bandages de roues 244
HOLTZER. Aciéries d'Unieux..... 361
HORZEAU. Machine à concasser..... 78
HULSE. Machine radiale à percer..... 401

J

JACKSON. Laminage des bandages de roues. 257
Id. *Id.* *Id.* 264
JEANNE. Machine à concasser..... 80
JOUSSEL. Forme et emploi des outils d'ajustage.. 275
JOLLET. Bateau pompeur..... 435
JORIS. Laminage des bandages de roues... 259

K

KAMP. Marteau-pilon à vapeur..... 307
KITSON. Laminage des bandages de roues. 267
KRUPP. *Id.* *Id.* 214

L

LACAMBRE. Fabrication de la bière..... 409
LACHAISE. Bandages de roues..... 266
LACOMBE. Laminoir à bandages de roues .. 261
LANCASTER. Machine à concasser..... . 83
LAUR. *Id.* 77
LE BRUN. Laminoir à bandages de roues. 241
Id. Turbine hélicoïdale à élever l'eau 349
LEFÈVRE. Métier à la Jacquart..... .. 21
LÉONI. Machines à broyer et à teiller le chanvre..... 325
LEVEAU. Machine à teiller le lin et le chanvre..... 345
LEVÊQUE. Laminoir à bandages de roues.. 241
Id. Turbine hélicoïdale à élever l'eau 349
LIGEROT. Machine à concasser 78
LOUVEL. Conservation des grains, farines. 208

M

MAILLON. Laminage de bandages de roues 265
MALDANT. Grues à vapeur 291
MARSDEN. Machine à concasser 81
MAUREL. Métier à la Jacquart..... 19
MIDY. *Id.* 18
MOLARD. Machine à vapeur à rotation directe 215
Id. Machine à broyer et teiller le chanvre..... 327
MOREL. Laminage des bandages de roues. 256-259
MOTHES. *Id.* *Id.* 257
MUIR. Étau-limeur... 270

N

NAYLOR. Laminoir à bandages de roues... 244
NEUSTADT. Pont roulant à chaîne de Galle. 9
Id. Grues roulantes à chariot . .. 189

NEUSTADT. Grue de fonderie..... 379
NILLUS et ses fils. Bassins de radoub..... 50
Id. et ses fils. Bateau-porte des formes de radoub d'Alger..... 231
NILLUS et fils. Machines d'épuisement des formes d'Alger..... 297
NILLUS le jeune. Machine à vapeur locomobile..... 389
NOEL. Bateau-porte..... 232
NOZO. Expériences sur les cheminées de locomotives..... 169

O

OLLIVIER. Appareils sterhydrauliques.... 31

P

PASCAL. Bassin de radoub..... 51
PAYEN. Fabrication de la bière..... 409
PELOUZE. Action des métalloïdes sur le verre 393
PELLETIER. *Id.* *Id.* 400
PERIMEL. Bandages de roues..... 261
PERIN. Machine à mortaiser le bois..... 451
PERRET. Appareil distributeur équilibré.. 127
PESTEL. Bateau-porte..... 232
PETIET. Locomotives de grande puissance. 133
Id. Expériences sur les cheminées des locomotives..... 169
PETIN. Plaque tournante de chemin de fer 201
Id. Laminage des bandages de roues.. 212
Id. *Id.* *Id.* 256
Id. Hauts-fourneaux, forge et aciéries. 316
PHILIPPE. Machine à mortaiser le bois.... 453
PIARRON DE MONDÉSIR. Locomotives de grande puissance..... 164
PIHET fils. Machines-outils pour la fabrication des canons..... 448
PINSON. Laminage des bandages de roues. 255
PLATE. *Id.* *Id.* 255
POIVET. Machine à concasser..... 78
POULET. Plaque tournante de chemin de fer 201
PRETOT. Laminage des bandages de roues. 262

Q

QUILLACQ. Grues roulantes à vapeur..... 279
QUIQUANDON. Carton-composteur pour métier à la Jacquart..... 17

R

RENARD. Laminoir à bandages de roues 255-260
RENNIE. Machine à vapeur à disque..... 215
RIGOT. Métier à la Jacquart..... 20
RISLER. Carde débourreuse automate.... 441
RIVES aîné. Métier à la Jacquart..... 17
Id. Laminoir à bandages de roues..... 258
ROBELET. *Id.* *Id.* 263
ROUSSEAU. Machine à concasser..... 77
ROZET. Laminoir à bandages de roues 255-257
ROWAN. *Id.* *Id.* 244
RUSSERY. Laminoir à bandages de roues. 261

S

SACCARDO. Métier à la Jacquart..... 20
SANDERSON. Laminage des bandages de roues..... 255
SÉRAPHIN frères. Appareils pour la fabrication de la bière..... 407
SEURRE. Métier à la Jacquart..... 19
SIEBER. Plaque tournante de chemin de fer 203
SIEMENS. Fours de verrerie..... 393
SIRCO. Laminage des bandages de roues. 259
STEHELIN. *Id.* *Id.* 256
STIRLING. *Id.* *Id.* 262
SWAIN. *Id.* *Id.* 266

T

TAYLOR (James). Bassin de radoub..... 55
TEMPLETON. Métier mécanique à tisser... 363
TIPHAINE. Métier à la Jacquart..... 19
TRAPPEN. Marteau-pilon à vapeur..... 307
TREMESCHINI. Métier à la Jacquart..... 20
TRESCA. Machines à tailler les molettes... 372
TRIGER. Fondation par l'air comprimé.... 2

V

VANDER-MAESEN. Compte-duites..... 103
VERDIÉ. Laminage des bandages..... 264
VERPILLEUX. Laminage des bandages de roues..... 262
VILLARD. Métier à la Jacquart..... 18
VINCENZI. *Id.* 19

Z

ZIMMERMANN. Étau-limeur..... 269

W

WHITWORTH. Étau-limeur..... 269
Id. Machine à tailler les engrenages droits et coniques..... 371

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS.

PARIS. — J. CLAYE, IMPRIMEUR, RUE SAINT-BENOIT, 7.

MAY 14 1948